

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA DE GEOGRAFÍA

Sistema socio-ecológico del Corredor Biológico Alexander Skutch: una
zonificación de límites de cambio aceptable y estándares abiertos

Trabajo Final de Graduación bajo la modalidad de práctica dirigida para optar
por el grado académico de Licenciatura en Geografía

Katherine Hernández Vargas B53430

Javier Rojas Arias B36027

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

2023

TRIBUNAL EXAMINADOR Y SUSTENTANTES



Presidente del tribunal examinador, D.E.A. Pascal Giroton Pignot



Director (a), comité asesor, Dr. Edgar Espinoza Cisneros

Luis Guillermo Artavia R.

Lector (a), comité asesor, M.Sc. Luis Guillermo Artavia Rodríguez



Lector (a), comité asesor, M.Sc. Melvin Lizano Araya



Profesor invitado, Dr. Hubert Vargas Picado



Katherine Hernández Vargas, sustentante



Javier Rojas Arias, sustentante

DERECHOS DE AUTOR

por

Katherine Hernández Vargas

Javier Rojas Arias

2023

USO JUSTO Y DECLARATORIO DE PERMISOS DE AUTOR

Uso justo

El presente trabajo está protegido por la normativa vigente de derechos de autor de la República de Costa Rica. De forma consistente, se permiten citas breves de este material con el adecuado y apropiado reconocimiento. El uso de este material con fines de lucro o comerciales no está permitido sin el consentimiento expreso del autor, autora o autores.

Permiso de duplicación

Como dueño (s) de los derechos de autor de este trabajo, nosotros, Katherine Hernández Vargas y Javier Rojas Arias, autorizamos la duplicación de este trabajo, totalmente o en parte, únicamente con fines educativos y académicos.

Como dueño (s) de los derechos de autor de este trabajo, nosotros, Katherine Hernández Vargas y Javier Rojas Arias, negamos el permiso de copiar, al excederse del criterio de uso justo de este documento sin un consentimiento escrito expreso.

DEDICATORIA

Por Katherine Hernández Vargas

Dedico esta tesis a mis papás y docentes en general, quienes en mi vida han sido claves de perseverancia y vida consciente con el territorio.

Por este medio, quiero agradecer a mi compañero Javier y a los profesores Édgar, Melvin y a Luis Guillermo por su accesibilidad, contactos y conocimiento de los temas que fueron piedras angulares en esta tesis. También agradezco a los actores clave y familias del Corredor Biológico Alexander Skutch, por su cálido recibimiento y participación.

Por José Javier Rojas Arias

Dedico estas primeras palabras a Katherine, colega y amiga por tantos años en geografía. El esfuerzo mostrado por ella fue vital para el desarrollo de este Trabajo Final de Graduación, por lo cual me siento muy agradecido. Es una gran profesional y le deseo lo mejor.

No quiero dejar de lado el apoyo que tuve de Helber Guillén y Jasson Mora Mussio. Siempre pude contar con ellos en las buenas y en las malas, algo que atesoraré por siempre.

Por último, quiero agradecer a mi familia y especialmente a mi padre, Luis Ángel Rojas, el cual siempre estuvo ahí. Él fue de mucha ayuda en este Trabajo Final de Graduación y también fue un gran apoyo moral. Agradecido por siempre con él.

TABLA DE CONTENIDOS

TRIBUNAL EXAMINADOR Y SUSTENTANTES.....	ii
DERECHOS DE AUTOR.....	iii
USO JUSTO Y DECLARATORIO DE PERMISOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE GRÁFICOS.....	xvii
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xix
RESUMEN.....	xxiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación.....	5
Delimitación del Área de Estudio.....	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
Propuestas de zonificación y aportes de gestión ambiental llevadas a cabo en el Corredor Alexander Skutch.....	12
Zonificación con la metodología de Límites de Cambio Aceptable (LCA) a nivel internacional.....	15
Zonificación con la metodología de Límites de Cambio Aceptable (LCA) a nivel nacional.....	17
III. MARCO TEÓRICO/CONCEPTUAL.....	19
Conservación de ecosistemas y bienestar humano.....	19

Fragmentación de hábitats y los corredores biológicos	21
Corredores biológicos y zonas de amortiguamiento	23
Desafíos en el diseño de corredores biológicos y zonas de amortiguamiento	24
Conceptos y metodologías para la zonificación	25
Efectividad de manejo y el manejo adaptativo.....	29
IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	32
V. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	34
VI. DISEÑO METODOLÓGICO	35
VII. PRIMER CAPÍTULO. IDENTIFICAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS ELEMENTOS FOCALES DE MANEJO ECOLÓGICOS Y PRODUCTIVOS DENTRO DE UN ENFOQUE DE SISTEMA SOCIOECOLÓGICO	41
Metodología.....	44
Mapeo de actores clave.....	44
Contexto Socioecológico del CoBAS	45
Mapa Usos de la Tierra	47
Selección y georreferenciación de los SE's más importantes por su beneficio a la sociedad del CoBAS con actores clave	51
Selección de la muestra de población	56
Entrevista a la población del CoBAS.....	58
Definición de los elementos focales de manejo y asignación de servicios ecosistémicos	60
Resultados.....	62
Oportunidades y debilidades de gestión del sistema socioecológico del CoBAS	62
Debilidades y oportunidades socioeconómicas y culturales del sistema socioecológico del CoBAS	64

Debilidades y oportunidades ecológicas del sistema socioecológico del CoBAS	71
Usos de la Tierra actuales en el CoBAS	79
Resultados de mapeo con los actores clave sobre SE's y usos de la tierra del CoBAS	85
Descripción de los EFM ecológicos y productivos del CoBAS, sus SE's asociados y grados de intervención	93
EFM ecológicos en el CoBAS	93
● Subcuenca del Río Peñas Blancas.....	93
● Orquídeas endémicas	95
● Anfibios endémicos	97
● Aves endémicas.....	98
EFM productivos en el CoBAS.....	100
● Agricultura (caña de azúcar)	100
● Agricultura (café).....	102
● Infraestructura	105
● Ganadería.....	107
● Negocios	111
VIII. SEGUNDO CAPÍTULO. PROPONER UNA ZONIFICACIÓN DEL CoBAS QUE INTEGRE LOS ELEMENTOS FOCALES DE MANEJO	115
Metodología.....	117
Selección de indicadores.....	117
Descripción del análisis multicriterio	118
Criterios para las EMC propuestas.....	119
Normalización de factores	123

Matriz de comparación de factores por pares para la asignación de pesos dentro de cada EMC	128
Propuesta de zonificación	131
Resultados.....	138
Definición del objetivo general del modelo de análisis multicriterio	138
Resultado de los criterios para las EMC propuestas	140
Resultado de la propuesta de zonificación	154
IX. TERCER CAPÍTULO. ALTERNATIVA DE MANEJO ADAPTATIVO COMPLEMENTARIA AL PLAN DE GESTIÓN DEL CoBAS	157
Metodología.....	161
Objetivos, estrategias y metas	161
Estándares de medición	162
Asociación entre el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y la zonificación propuesta .	166
Resultados.....	169
Zona de la comunidad de Montecarlo.....	169
Zona de la comunidad de Quizarrá	171
Zona de la comunidad de San Francisco	174
Zona de la comunidad de San Ignacio	176
Zona de la comunidad de Santa Elena	179
Zona de la comunidad de Santa María.....	182
Zona de la comunidad de Santa Marta.....	184
Balance general de los resultados de los indicadores de la idoneidad de los EFM y para cada comunidad.....	186
Asociación entre el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y la zonificación propuesta..	187

X. DISCUSIÓN	203
XI. CONCLUSIÓN.....	205
XII. ANEXOS	209
Anexo 1. Mapeo de actores del Plan de Gestión del CoBAS del 2018	209
Anexo 2. Lista de actores clave entrevistados para la primera etapa de la metodología	211
Anexo 3. Entrevista aplicada a los actores clave para la selección de los SE's más importantes por su contribución a la sociedad	212
Anexo 4. Escenarios para el estado deseado del CoBAS a 15 años	218
Anexo 5. Entrevista realizada a la población del CoBAS. Elaboración propia.	219
Anexo 6. Oportunidades y debilidades obtenidas del documento denominado “Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los Corredores Biológicos de Costa Rica” de Canet-Desanti, 2021, p.306.	224
Anexo 7. Categorías y extensión de Usos de la Tierra 2016 y 2021. Acuña et al. 2017 y elaboración propia.....	229
Anexo 8. Tendencia más veces seleccionada para cada SE por los actores clave. Elaboración propia.	230
Anexo 9. Mapeo de SE's por categoría según actores clave, año 2022. Elaboración propia.	232
Anexo 10. Percepción de Usos de la Tierra según actores clave, año 2022. Elaboración propia.	233
Anexo 11. Mapeo de los SE's más importantes con base en información de actores clave para el año 2022. Elaboración propia.	234
Anexo 12. Estado de la tendencia de SE's más importantes del CoBAS según número de actores clave que los seleccionaron en el formulario. Elaboración propia.....	235

Anexo 13. Estado de la tendencia de Servicios Ecosistémicos más importantes del CoBAS según la población. Elaboración propia.	235
Anexo 14. Negocios del CoBAS, ordenados por comunidad	236
Anexo 15. Ubicación de negocios en el CoBAS. Elaboración propia.	239
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	241

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación general entre la zonificación por usos y la de límites de cambio aceptable (condiciones de los recursos del área protegida). Kohl et al 2006 citado en SINAC, 2018a.....	27
Cuadro 2. Pasos del manejo adaptativo y de los EAPC. SINAC (2016) y CMP (2013). ...	36
Cuadro 3. Pasos de la primera metodología de zonificación por LCA, pasos de la metodología de zonificación del SINAC y pasos metodológicos en los que se estructura cada capítulo de este trabajo. Elaboración propia a partir de Cole y Stankey (1997) y SINAC (2018a).....	37
Cuadro 4. Claves de cobertura y Usos de la Tierra asociados. Modificado de INBio, 2005.	49
Cuadro 5. Categorías de Usos de la Tierra determinas para el CoBAS.	50
Cuadro 6. Entrevistas realizadas (ordenadas por cantidad) para cada comunidad. Elaboración propia.	58
Cuadro 7. Resultados de la gestión incluidos en el Plan de Gestión del CoBAS del 2018. SINAC, 2018b, p.8.....	63
Cuadro 8. Historial de Pago por Servicios Ambientales en el CoBAS. FONAFIFO, 2022.	70
Cuadro 9. Análisis de la fragmentación del Corredor Biológico por subcuena. Vargas, 2019, p.16.	73
Cuadro 10. Suelos del CoBAS. Elaboración propia.	76
Cuadro 11. Zonas de vida del CoBAS. Elaboración propia.	77
Cuadro 12. Corredor Biológico Alexander Skutch.: coberturas asociadas con usos de la tierra y superficie en hectáreas. Acuña et al, 2017.	80
Cuadro 13. Usos de la Tierra identificados en el CoBAS 2021. Elaboración propia.....	82

Cuadro 14. SEs más importantes seleccionados por actores clave y la población, según tipo de servicio. Ha aumentado ↑ , Se mantiene igual = , Ha disminuido ↓. Elaboración propia.	87
Cuadro 15. Especies endémicas de orquídeas del Área de Conservación La Amistad Pacífico. Morales (2008a) y Morales (2008b).....	96
Cuadro 16. Especies de aves residentes endémicas presentes en el Refugio de Aves Dr. Alexander Skutch “Los Cusingos” (CCT, 2018). SINAC (2018b).	99
Cuadro 17. Evolución del cultivo de caña de azúcar en el CoBAS. Acuña et. al, (2017) y elaboración propia.	102
Cuadro 18. Variedades de cafeto y sus características. ICAFÉ, 2020.	104
Cuadro 19. Extensión de pastos para ganadería por comunidad. Elaboración propia.	108
Cuadro 20. Razas de ganado bovino empleadas en el CoBAS y algunas características. García, et al., 2019; González, 2016a; González, 2016b; Hernández et al., 2008; MAG y ASOCUENCA, 2004; Perassi, 2017 y elaboración propia.	110
Cuadro 21. Criterios escogidos y su preparación para la normalización a escala continua. Elaboración propia.	121
Cuadro 22. Puntos de control para cada factor de las EMC.....	126
Cuadro 23. Escala de medición para criterios binarios del método de jerarquías analíticas de Thomas Saaty. Elaboración propia a partir de Eastman (2020a) y Solano-Monge (2017).129	
Cuadro 24. Matriz de comparación de criterios por pares para los anfibios endémicos. Elaboración propia.	130
Cuadro 25. Ejemplo de pesos de los factores para los Anfibios endémicos y resultado de la relación de consistencia. Elaboración propia.	131
Cuadro 26. Pesos, área asignada en km2 a cada resultado de las EMC en MOLA y su justificación. Elaboración propia.....	133

Cuadro 27. Comentarios de la población con respecto al futuro común deseado por cada comunidad del CoBAS. Elaboración propia.	139
Cuadro 28. Escenarios deseados para el CoBAS a quince años según actores clave y la población. Elaboración propia.	140
Cuadro 29. EFM ecológicos, criterios, restricciones, pesos y su justificación. Elaboración propia.	141
Cuadro 30. EFM productivos, criterios, restricciones, pesos y su justificación. Elaboración propia.	149
Cuadro 31. Calificación deseada de cada indicador y rango asignado que lo representa en este TFG. Elaborado a partir de Parrish et al. 2003 citado en SINAC, 2016b.	163
Cuadro 32. Ejemplo de indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas. Herrera, 2016 citado en SINAC, 2018a.	164
Cuadro 33. Asociación de las estrategias con un sitio de la zonificación mediante las actividades. SINAC (2018).	167
Cuadro 34. Calificación del resultado del indicador: porcentaje de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SEs del EFM. Elaboración propia.	187
Cuadro 35. Cantidad de entrevistas recomendadas para realizar por comunidad como alternativa para recolectar los datos que conforman los indicadores. Elaboración propia.	189
Cuadro 36. Localización de las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y plan de monitoreo para los indicadores de la zonificación propuesta. Elaboración propia a partir de SINAC (2018a).	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Corredores biológicos del Área de Conservación Amistad Pacífico (ACLAP). Modificado de Picado, 2020, p.28.	8
Figura 2. Sitio de estudio: Corredor Biológico Alexander Skutch. Elaboración propia.	9
Figura 3. Sistema de planificación por LCA. Elaboración propia a partir de Stankey et al, 1985, p.3 y SINAC, 2018a, p.11.	28
Figura 4. Variación aceptable por encontrarse dentro de LCA, de un humedal de la lista Ramsar. Modificado de Phillips, 2006 & citado en Gobierno Australiano, 2008; p.2.	29
Figura 5. Pasos metodológicos para desarrollar la zonificación propuesta. Elaboración propia.	39
Figura 6. Diagrama metodológico para la planificación de la zonificación del Sistema Socioecológico del CoBAS. Elaboración propia.	40
Figura 7. Fotografía de la maqueta del CoBAS utilizada con los SE's que escogió y localizó un actor clave. Elaboración propia.	53
Figura 8. Fotografía realizando la actividad de mapeo participativo con un actor clave. Elaboración propia.	53
Figura 9. Fotografía de mapa mudo con apuntes y símbolos obtenidos de un entrevistado. Elaboración propia.	59
Figura 10. Índice de vegetación y rutas de conectividad. Elaboración propia.	74
Figura 11. Diagrama del Sistema Socioecológico del CoBAS, sus componentes e interacciones entre componentes. Elaboración propia.	78
Figura 12. Mapa de Usos de la Tierra para el año 2021 en el Corredor Biológico Alexander Skutch (CoBAS). Elaboración propia.	81
Figura 13. Distribución y tendencia de los servicios ecosistémicos de abastecimiento. Elaboración propia.	90

Figura 14. Distribución y tendencia de los servicios ecosistémicos de regulación. Elaboración propia.	91
Figura 15. Distribución y tendencia de los servicios ecosistémicos culturales. Elaboración propia.	92
Figura 16. Funciones y formas propias de la normalización por lógica difusa. Elaboración propia a partir de Eastman (2020a) y Manzano et al. (2019).	125
Figura 17. Visualización del modelo de EMC de Aves endémicas con la herramienta Modelado Espacial de Decisión del software TerrSet. Elaboración propia.	137
Figura 18. EMC de los EFM ecológicos. Elaboración propia.	147
Figura 19. EMC de los EFM productivos. Elaboración propia.	154
Figura 20. Propuesta de zonificación para el CoBAS. Elaboración propia.	156
Figura 21. Ejemplo de la fórmula para medir los indicadores. Elaboración propia.	165

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Importancia de cada SE según la cantidad de veces que fue seleccionado por cada actor clave en el formulario: (a) = Servicios Ecosistémicos de Abastecimiento. (b) = Servicios Ecosistémicos de Regulación. (c) = Servicios Ecosistémicos Culturales. Elaboración propia.	55
Gráfico 2. Categorías y extensión de Usos de la Tierra calculados para el año 2021: Corredor Biológico Alexander Skutch. Elaboración propia.	84
Gráfico 3. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Montecarlo. Elaboración propia.	170
Gráfico 4. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Montecarlo. Elaboración propia.	171
Gráfico 5. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Quizarrá. Elaboración propia.	173
Gráfico 6. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Quizarrá. Elaboración propia.	174
Gráfico 7. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de San Francisco. Elaboración propia.	175
Gráfico 8. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de San Francisco. Elaboración propia.	176
Gráfico 9. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de San Ignacio. Elaboración propia.	178
Gráfico 10. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de San Ignacio. Elaboración propia.	179
Gráfico 11. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Santa Elena. Elaboración propia.	181

Gráfico 12. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Santa Elena. Elaboración propia.....	181
Gráfico 13. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Santa María. Elaboración propia.	183
Gráfico 14. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Santa María. Elaboración propia.	184
Gráfico 15. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Santa Marta. Elaboración propia.	185
Gráfico 16. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Santa Marta. Elaboración propia.	186

LISTA DE ABREVIACIONES

Abreviación	Descripción
SE's	Servicios Ecosistémicos
TFG	Trabajo Final de Graduación
CoBAS	Corredor Biológico Alexander Skutch
LCA	Límites de Cambio Aceptable
EAPC	Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
PILA	Parque Internacional La Amistad
PNCh	Parque Nacional Chirripó
COLAC	Consejo Local de Áreas de Conservación
ASP	Áreas Silvestres Protegidas
EFM	Elemento Focal de Manejo
EMC	Evaluación Multicriterio (traducido al español)
MOLA	Asignación de Tierras con Objetivos Múltiples (traducido al español)
UGM	Unidad Geoestadística Mínima
SIG	Sistemas de Información Geográfica
CBD	Convención sobre la Diversidad Biológica
ACLAP	Área de Conservación La Amistad Pacífico

CLCoBAS	Comité Local del del Corredor Biológico Alexander Skutch
ADI	Asociaciones de Desarrollo Integral
CCT	Centro Científico Tropical
ASOCUENCA	Asociación para el Desarrollo Integral de La Microcuenca del Río Peñas Blancas
FCD EEUU-CR	Crédito para Aceleración de Empresas Estados Unidos-Costa Rica
FUNDER	Fondo Universitario para el Desarrollo Regional
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UNED	Universidad Estatal a Distancia
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
AMUQ	Asociación de Mujeres Unidas de Quizarrá
AMACOBAS	Asociación de Mujeres Activas del Corredor Biológico Alexander Skutch
AMESE	Asociación de Mujeres Emprendedoras de Santa Elena
ASADAS	Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales
CIOdD	Centro de Investigación Observatorio del Desarrollo

MARISCO	Manejo Adaptativo de Riesgo y Vulnerabilidad en Sitios de Conservación
EE.UU.	Estados Unidos
ROVAP	Rango de Oportunidades para Visitantes en Áreas Protegidas
VIM	Manejo del Impacto de la Visitación (traducido al español)
VAMP	Proceso del Manejo de las Actividades del Visitante de la agencia de Parques Nacionales de Canadá (traducido al español)
VERP	Protección de los Recursos y Experiencia del Visitante (traducido al español)
PNCo	Parque Nacional Corcovado
WRI	Instituto de Recursos Mundiales (traducido al español)
CBM	Corredor Biológico Mesoamericano
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PNCB	Programa Nacional de Corredores Biológicos
MAB	Programa del Hombre y la Biosfera
RB	Reservas de la Biosfera
UNESCO	Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ELAP	Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas
CMP	Alianza para las Medidas de Conservación (traducido al español)

PROMECCR	Programa Nacional de Monitoreo Ecológico en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos
PEN	Programa Estado de la Nación
SAP	Sistema de Áreas Silvestres Protegidas
ROS	Espectro de Oportunidades de Recreación (traducido al español)
SIBDI	Sistema de Bibliotecas Documentación e Información
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INBio	Instituto Nacional de Biodiversidad.
EER	Evaluación Ecológica Rápida
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
PINDECO	Pineapple Development Corporation
CEDUCACoBAS	Coalición de Educación Ambiental del Corredor Biológico Alexander Skutch
TURECOBAS	Asociación de Turismo Rural y Ecología del Corredor Biológico Alexander Skutch
ARESEP	Autoridad Reguladora de Servicios Públicos
PSA	Pagos por Servicios Ambientales
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
NDVI	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada

UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
CIA	Centro de Investigaciones Agronómicas
UCR	Universidad de Costa Rica
ICAFÉ	Instituto del Café de Costa Rica
WLC	Combinación Lineal Ponderada (Traducido al español)
OWA	Promedio Ponderado Ordenado (Traducido al español)
CENIGA	Centro Nacional de Información Geoambiental
ACCS	Asociación costarricense de la Ciencia del Suelo
DEM	Modelo de Elevación Digital
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
SDM	Modelador de Dependencia Espacial
GIZ	Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (Traducido al español)
PIMA	Programa Integral de Mercadeo Agropecuario
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad

RESUMEN

Los corredores biológicos forman parte de las estrategias para mantener la sostenibilidad en Costa Rica. Sin embargo, estas son áreas frágiles en donde tienen lugar medios de vida productivos con diferentes impactos al ambiente que en ocasiones colindan con zonas de amortiguamiento de áreas silvestres protegidas. El hecho de que en el país no se hayan realizado metodologías de zonificación especialmente dirigidas a corredores biológicos, puede poner en riesgo la adecuada gestión de esos territorios. Por lo anterior, en este Trabajo Final de Graduación se propuso una metodología de zonificación basada en la metodología de Límites de Cambio Aceptable de Cole y Stankey (1997), ajustada a lo más reciente que ha puesto en práctica el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC 2018a) en materia de zonificación de Áreas Silvestre Protegidas. El sitio de estudio escogido fue el Corredor Biológico Alexander Skutch por poseer elementos importantes para una gestión integral, participativa (aspectos que se han fortalecido con los años) y ser un sitio con potencial para la aplicación de alternativas sostenibles de producción.

Para generar la zonificación se consideró necesario definir e integrar Elementos Focales de Manejo ecológicos y productivos y la utilización de Unidades Geoestadísticas Mínimas para la delimitación del territorio, en específico, los límites de comunidades. De este modo, se crearon “zonas” de la zonificación producto de las características y diferencias existentes entre comunidades, las cuales poseen problemáticas distintas que deben atenderse mediante la generación estrategias particulares acorde a la situación de cada comunidad.

En el resultado de la zonificación se concluyó que, para mantener un CoBAS adaptativo, las comunidades necesitan integrarse más en la toma de decisiones del comité local. Sumado a lo anterior, se debe mejorar la claridad de los instrumentos de gestión para que sean verdaderamente efectivos y funcionales, para lo cual es necesario contar con información más detallada y dirigida a monitorear el estado de las poblaciones que conforman los Elementos Focales de Manejo, además de brindar capacitaciones en educación ambiental, emprendimientos, turismo ecológico, y herramientas tecnológicas.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo en la historia, principalmente para resolver demandas crecientes de alimento, agua dulce, madera, fibra y combustible; lo que ha contribuido beneficiosamente al bienestar humano y el desarrollo económico, pero a costos consistentes en la degradación de muchos servicios ecosistémicos (SE's) generando pérdidas considerables e irreversibles de la biodiversidad (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

En respuesta a lo anterior, los corredores biológicos se han ideado como mecanismos para evitar la pérdida de integridad ecológica de muchos sistemas naturales y seminaturales. Estos corredores son un mosaico de diferentes tipos de uso del suelo que se manejan para conectar fragmentos de bosque a través del paisaje (Bennett 1998, Miller et al. 2001 citados en SINAC, 2008) y son importantes porque evitan la fragmentación y pérdida de biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados. Costa Rica no posee una reglamentación sobre la forma de zonificar corredores y esto es perjudicial para estas zonas, ya que no hay manera de garantizar una utilización del territorio en equilibrio con su función. La planificación que se ha utilizado se originó en la iniciativa de Corredor Biológico Mesoamericano y considera cuatro zonas diferenciadas de ordenamiento territorial: zonas núcleo, zonas de amortiguamiento, zonas de corredor y zonas de usos múltiple (Miller et al., 2001) pero posee el inconveniente de que está pensada para un ordenamiento de los corredores a escala regional.

Partiendo de que el desarrollo de las políticas de creación y gestión de espacios protegidos del país ha estado desligado o marginado de aspectos de desarrollo y participación local (Morera et al, 2008), de esto se puede inferir que los corredores biológicos son áreas en las que el trabajo conjunto entre áreas protegidas, gobiernos locales y ciudadanía tiende a no darse adecuadamente. Los corredores biológicos muchas veces fungen también como zonas de amortiguamiento (Henry et al. 1999; Schuller et al., 2000 citados en Perelló et al., 2012),

y por lo general se excluyen de las áreas protegidas y de los planes reguladores quedando administradas por Consejos Locales (SINAC, 2015c y SINAC, 2015d).

En este Trabajo Final de Graduación (TFG), se propuso una zonificación para el Corredor Biológico Alexander Skutch (CoBAS) con el objetivo de que mantenga un equilibrio entre medio de vida rurales y la conservación ambiental, y se pueda seguir implementando a lo largo del tiempo. La zonificación se basó en los pasos metodológicos de la zonificación de los Límites de Cambio Aceptable (LCA) de Stankey y Cole (1997) y los del SINAC (2018a). Además, se incorporaron definiciones y relaciones conceptuales de los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (EAPC) para realizar un manejo adaptativo incluyendo a los SE's. Todos estos componentes están siendo ampliamente utilizados en procesos de planificación dentro del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Los LCA, por ejemplo, están siendo utilizados en el país para zonificar áreas silvestres de acuerdo al estado deseado de los recursos naturales (SINAC, 2018, SINAC, 2015c y SINAC, 2015d).

En el CoBAS, sitio de estudio de este TFG (ver sección de la “Delimitación del Área de Estudio”), se desarrollan diversas actividades que implican la participación de actores con intereses particulares; la importancia del establecimiento de este corredor considerada en GRUAS I, fue la de proteger el único relicto de Bosque Tropical Siempreverde Estacional que queda en el país, así como restablecer la conectividad entre el Refugio de Aves Los Cusingos y la Reserva Biológica Las Nubes, con el Parque Internacional La Amistad (PILA) y el Parque Nacional Chirripó (PNCh) (SINAC, 2008). Este corredor posee un Consejo Local de Áreas de Conservación (COLAC) y grupos de ciudadanos organizados que realizan actividades a favor de la conservación de los recursos naturales.

Las comunidades del CoBAS aprovechan los recursos (suelo, agua, vegetación, fauna) en actividades de carácter socioeconómico como agricultura, ganadería y turismo; también hay actividades socioculturales que contribuyen al bienestar humano, como el cultivo de plantas ornamentales. Estas contribuciones al bienestar humano o SE's, son

clasificados en culturales, abastecimiento y regulación (Millennium Ecosystem Assessment, 2005); entre los diferentes SE's muchas veces se originan compromisos o “*tradeoffs*” (por su denominación en inglés) donde uno o varios SE's se pierden a costa del otro u otros. Dentro del CoBAS, estos compromisos están asociados con actividades la expansión de actividades no reguladas como, por ejemplo: contaminación del aire y ríos, incendios, efecto en el medio ambiente del uso de agroquímicos perjudiciales, deforestación, cacería (Arauz y Arias, 2016). Estas actividades ocasionan la fragmentación del paisaje, pérdida de zonas productivas, así como de zonas de recarga acuífera, degradación del suelo, poca productividad natural e infertilidad del suelo (ASOCUENCA, 2014). Por esto, las características mencionadas hacen del CoBAS una potencial área de estudio para aplicar la zonificación planteada.

Cabe destacar que el CoBAS, en su delimitación espacial, designa una zona núcleo de amortiguamiento que busca fortalecer la conectividad ecológica entre Áreas Silvestres Protegidas (ASP) (Sosa, 2005). Sin embargo, esta zona núcleo es la que posee actualmente mayor alteración por actividades humanas y la que contiene mayor aglomeración de viviendas de tres comunidades: Santa Elena, Montecarlo y Quizarrá.

En el primer capítulo de este TFG se planteó un diagnóstico del sitio de estudio cuyo propósito fue definir el problema del sistema socioecológico del CoBAS aclarando sus debilidades y oportunidades, generando cartografía de usos de la tierra, implementando métodos de mapeo participativo, incluyendo Elementos Focales de Manejo (EFM) ecológicos y productivos y asociándose los SE's y grados de intervención.

Para el segundo capítulo se seleccionaron indicadores, un inventario para visualizar el estado de los indicadores y se definieron las “zonas de la zonificación” dando como resultado la zonificación final. En este capítulo el inventario de los indicadores (ayudan a describir y localizar el estado actual de los EFM en el CoBAS) fue agregado en herramientas del software TerrSet de Clark Labs como, por ejemplo, la “Multi Criteria Evaluation”, traducido al español como Evaluación Multicriterio (EMC) y la Asignación de Tierras con Objetivos Múltiples o “Multi-Objective Land Allocation” (MOLA) lo anterior, con el fin de

determinar los sitios más idóneos para cada EFM. Al final de este capítulo se realiza la propuesta de zonificación final añadiendo el resultado de MOLA las Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM) de cada comunidad, que fueron las zonas de la zonificación en este TFG.

Para el tercer capítulo se propuso una alternativa de manejo adaptativo que consistió en localizar las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 (más reciente) en la zonificación, asociando las estrategias de ese plan con los EFM del resultado de la zonificación. Lo anterior, con el propósito de que las estrategias de cada comunidad puedan ser monitoreadas en un futuro cercano por los gestores del CoBAS y así mantener un manejo adaptativo de la zonificación. “Un desafío clave que debe abordarse es el desarrollo de marcos de evaluación integral donde los valores biofísicos, socioculturales y monetarios puedan integrarse adecuadamente” (Martín-López et al., 2014, p.220).

Debido a la diversidad e importancia de los criterios a tomar en cuenta, se realizó una metodología de tipo mixta convergente paralela, la cual tiene como propósito dentro de un punto de la investigación integrar datos cualitativos con cuantitativos. Los datos cualitativos se recopilaron de forma participativa por medio de entrevistas y otra parte por medio de fuentes secundarias, mientras que los cuantitativos se obtuvieron de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Justificación

A nivel país la conectividad de ecosistemas y refugios climáticos es la segunda meta de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025. Braulio Ferreira, Secretario del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), resume el gran reto en tema de conservación a nivel de procesos naturales para el país: “debe garantizarse la conexión de las ASP para que no sean “islas biológicas” y pueda existir intercambio genético entre poblaciones pues, a mayor variabilidad genética, más posibilidades de adaptación a los cambios del entorno (...) estudios indican que necesitamos más, porque no se trata de proteger especies específicas, sino resguardar la variabilidad genética que yace en la diversidad de ecosistemas, para así mantener los SE's (entrevista en diario La Nación, 2014 citado en MINAE, 2016).

De una fuente más reciente se obtuvo que “aunque se cuenta con abundantes corredores biológicos, aún está pendiente evaluar su funcionalidad que permita justificar políticas de priorización orientadas a su consolidación. Lo cual obliga a mejorar los requisitos de establecimiento de un corredor biológico, incorporando algunas estrategias dirigidas a justificar las áreas, así como estrategias de zonificación que orienten acciones de restauración” (Morera-Beita et al., 2021, p.128).

Con esta propuesta de zonificación, se pretenden mejorar las condiciones socioeconómicas y ambientales de la microcuenca del Río Peñas Blancas y atender los problemas socioecológicos que desfavorecen la calidad de vida de los habitantes de la zona (Sosa, 2005). Por eso, es fundamental realizar estudios que comprueben la efectividad del CoBAS, para poder afirmar su importancia real en la conservación de ciertas especies y en mejorar los medios de vida dentro del corredor (Hernández, 2010).

Más de la mitad del uso del suelo en el corredor está acorde con su capacidad y potencial, mientras que un 40%, se dedica a un uso no acorde (Sosa, 2005) y es probable que el crecimiento poblacional reciente haya incrementado ese valor. Estos factores debilitan la conectividad ecológica, como sucede en el Refugio de Aves Los Cusingos, que se encuentra

rodeado de usos de la tierra que pueden estar repercutiendo negativamente en su función de conservación. Con referencia a las ASP privadas, Hernández (2010) menciona que en Costa Rica no existe una metodología oficial para la elaboración de planes de manejo.

Por otra parte, la metodología de LCA que se propone incorporar en este TFG permite una gestión participativa en la que se integraría la opinión de los diferentes actores involucrados en el CoBAS. Como no se le ha dado seguimiento al ordenamiento del territorio del CoBAS, esta propuesta serviría para actualizar los usos del suelo, darle continuidad a los esfuerzos ya realizados por los actores locales y complementar por medio de análisis multicriterio cuáles zonas son más potenciales para la conservación y usos productivos según los SE's de interés, además de abrir la posibilidad de planear según las capacidades técnicas de los actores locales, de qué manera las zonas ya ocupadas se pueden volver más eficientes con el propósito de que se dé una integración adecuada entre las actividades humanas y el entorno.

“Una de las principales debilidades encontradas en la formulación de planes de conservación de la biodiversidad a nivel global, es la falta de conexión entre las acciones y los resultados esperados, es decir, en impactos directos en la conservación de la biodiversidad y el cumplimiento de los objetivos de las ASP” (SINAC, 2016, p.12). Por este motivo, para lograr una buena articulación de los componentes de la gestión en el CoBAS una posibilidad es la de utilizar los SE's.

Delimitación del Área de Estudio

El CoBAS se localiza en el cantón de Pérez Zeledón, provincia de San José, entre las coordenadas 1 029 380 - 1 040 875 metros norte y 538 000 - 548 700 metros este de las hojas cartográficas 1:50000, Repunta N.º 3443 I y San Isidro N.º 3444 II, del Instituto Geográfico Nacional. Comprende 6012,60 hectáreas (aprox. 60 km²) distribuidas con base en división administrativa del cantón entre los distritos de Cajón (63%) y El General (37%). El CoBAS está conformado por siete comunidades: Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio,

Santa María (de manera parcial), Santa Marta, (todos los anteriores del distrito Cajón) y Santa Elena, (que pertenece al distrito El General).

El CoBAS comprende un rango altitudinal que va desde los 750 (Refugio de Aves Dr. Alexander Skutch “Los Cusingos”) hasta los 1800 msnm (SINAC, 2018), y posee tres zonas de vida de acuerdo a la clasificación de zonas de vida del Dr. Leslie Holdridge (1979): bosque muy Húmedo Premontano (*bmh-P*), bosque pluvial de Premontano (*bp-P*) y bosque pluvial montano bajo (*bp-MB*). Esto le confiere un régimen climático de precipitación entre los 2000 mm (Premontano) y 7000 mm (Montano bajo) anuales (CCT, 2003 citado por Sosa, 2005).

El CoBAS se ubica en el Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLAP) cuya administración recae en el SINAC. Además del sitio de estudio, el ACLAP posee áreas protegidas de gran extensión e importancia ecológica como son el PNCh y el PILA, así como diversos corredores biológicos y territorios indígenas que funcionan como zonas de amortiguamiento de esas ASP (Figura 1).

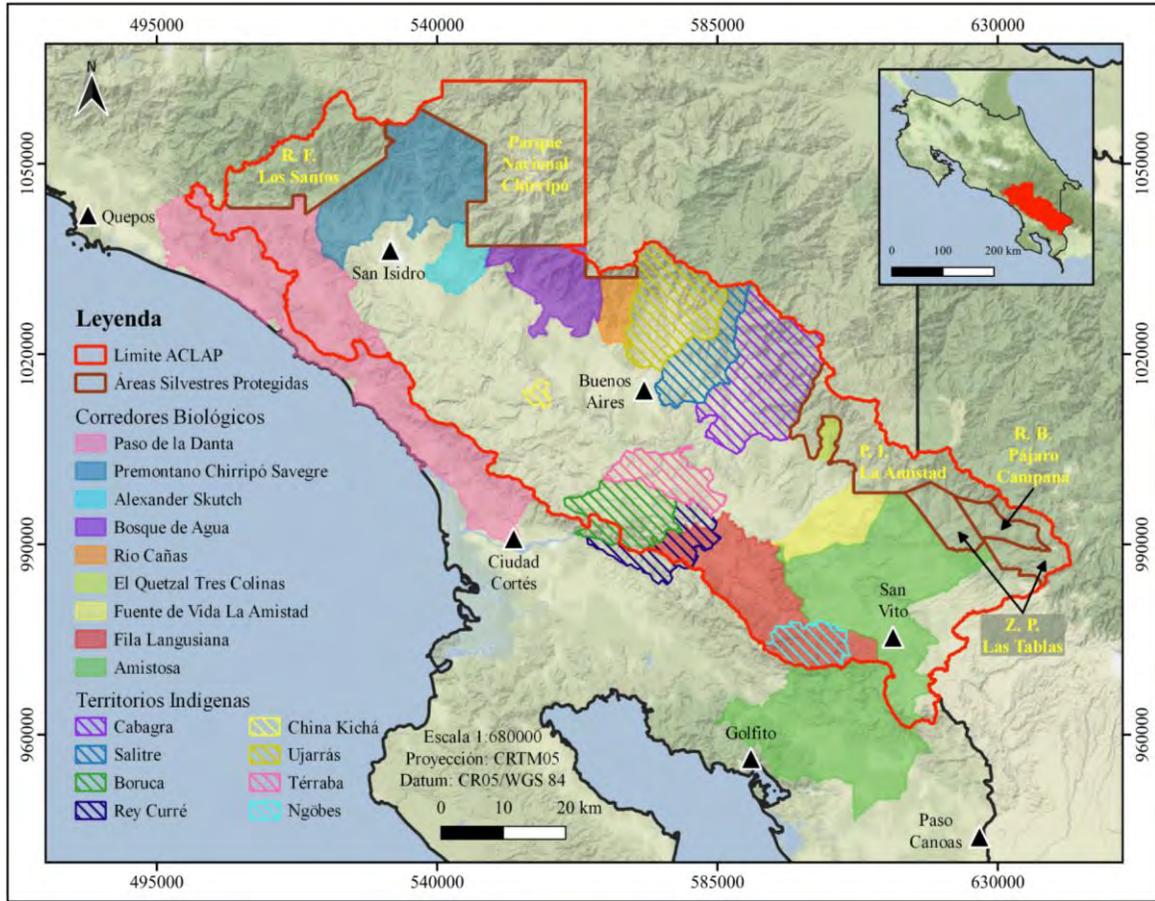


Figura 1. Corredores biológicos del Área de Conservación Amistad Pacífico (ACLAP). Modificado de Picado, 2020, p.28.

Dentro del CoBAS se encuentra la Reserva Biológica Las Nubes, el Refugio de Aves Los Cusingos (ambas áreas protegidas privadas) y al norte el PNCh (Figura 2). Existe la figura del comité local del CoBAS (CLCoBAS) el cual no tiene injerencia directa en el sistema de gobernanza local (Asociaciones de Desarrollo Integral: ADI), pero posee representación de actores locales de la comunidad de Quizarrá.

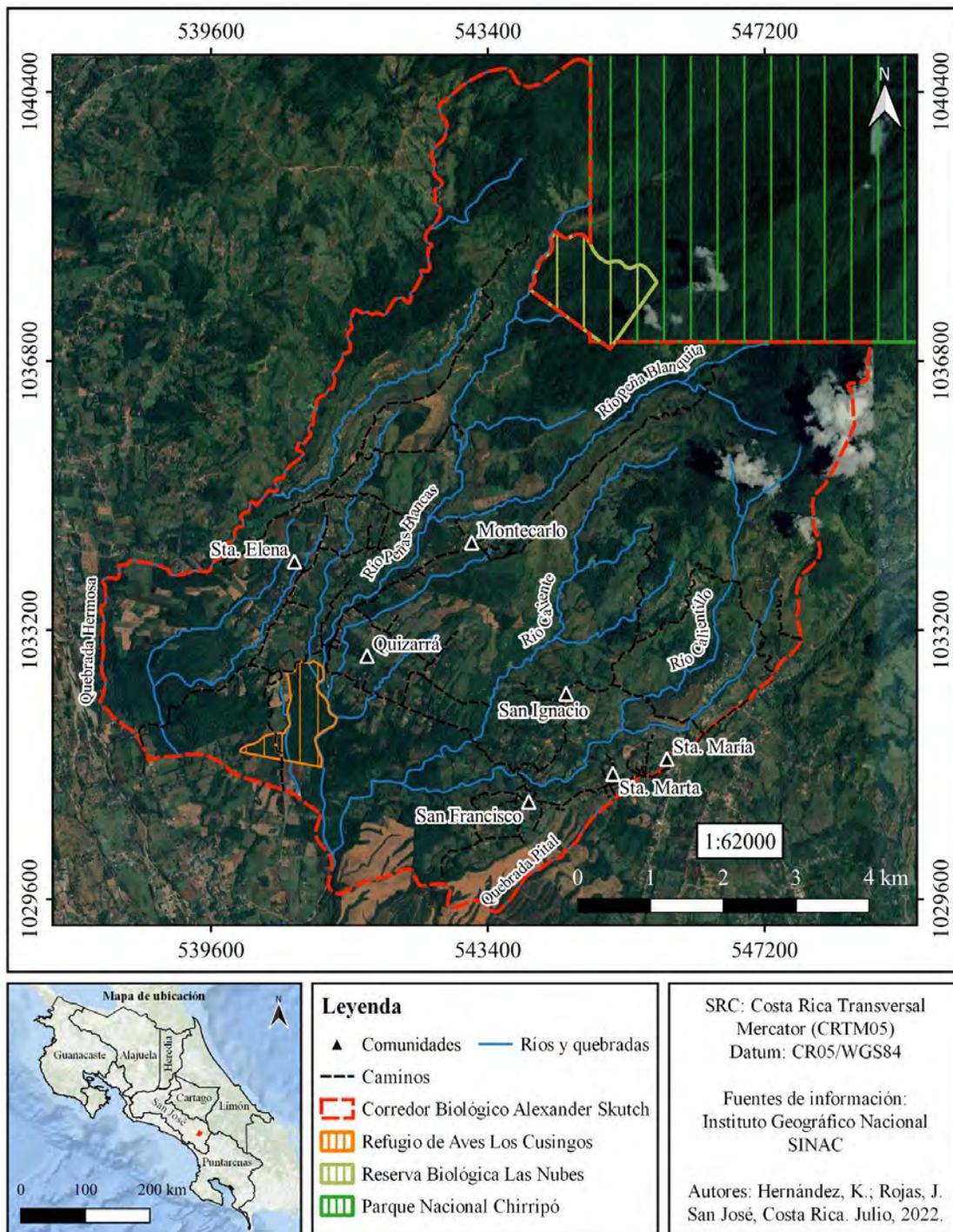


Figura 2. Sitio de estudio: Corredor Biológico Alexander Skutch. Elaboración propia.

Es importante señalar que la concepción de CoBAS precedió al establecimiento del Programa Nacional de Corredores Biológicos y resultó de un esfuerzo conjunto entre la Universidad de York, el Centro Científico Tropical (CCT) y actores locales (principalmente caficultores), quienes buscaron a principios de la década de 2000, promover prácticas agrícolas sostenibles y la conversión de café orgánico cultivado al sol a café de sombra (Daugherty, 2005; Canet-Desanti, 2005 citados en Martínez y Montoya-Greenheck, 2021).

La creación del Corredor Biológico Alexander Skutch (CoBAS) en 2005 se orientó bajo el siguiente objetivo:

“Restablecer y mantener la conectividad biológica entre las Áreas Silvestres Protegidas Parque Nacional Chirripó, Reserva Biológica Las Nubes, Santuario de Aves Neotropicales Los Cusingos y los bosques remanentes de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera La Amistad por medio de la conservación, educación ambiental, investigación científica y prácticas agroecológicas de producción, que eleve la calidad ambiental del entorno, favoreciendo el nivel de vida económico y social de las personas que se encuentran en dicho espacio” (Canet-Desanti, 2005, p.22).

La Asociación para el Desarrollo Integral de La Microcuenca del Río Peñas Blancas (ASOCUENCA) del cantón de Pérez Zeledón, es una organización de base comunitaria fundada en el año 2004 y junto con el CLCoBAS han venido trabajando a través de los años en el fortalecimiento de este corredor. Ambos entes velan por la protección y conservación de este reducto natural, y por el desarrollo sostenible y bienestar de sus comunidades (ASOCUENCA, 2014).

Con la reactivación del trabajo del CLCoBAS a través del proyecto y la alianza generada con el proyecto del Crédito para Aceleración de Empresas (FCD EEUU-CR) del CCT y Fondo Universitario para el Desarrollo Regional (FUNDER) de la Universidad Nacional, se logra la conformación de varios grupos comunales conformados por mujeres

amas de casa. Además de la incorporación de nuevos integrantes de instituciones públicas como la Universidad Nacional (UNA), Universidad de York, Universidad Estatal a Distancia (UNED), Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Acueductos y Alcantarillados (AyA), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), CCT, Municipalidad de Pérez Zeledón, grupos locales: AMUQ, AMACOBAS, AMESE, ASOCUENCA, ACODECOBI, Asociaciones de Desarrollo Integrales y ASADAS (ASOCUENCA, 2014).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En Costa Rica se han llevado a la práctica zonificaciones en áreas silvestres protegidas que es importante describir para tener como punto de partida y aprendizaje para este TFG. Aunque un corredor biológico no está constituido bajo los mismos propósitos y regulaciones que un ASP se han utilizado los mismos instrumentos de gestión para ambos. Recientemente se comenzó a considerar la metodología de zonificación por LCA dentro de la gestión de ASP y ha sido ajustada y ejecutada por instituciones como el SINAC y el CCT.

Zonificación de áreas silvestres protegidas en Costa Rica

El SINAC ha implementado zonificación de ASP que poseen categoría de manejo, y también se ha basado en la metodología de LCA como por ejemplo en el Plan General de Manejo del Parque Nacional Corcovado (SINAC, 2012 y SINAC, 2014). A excepción del anterior plan de manejo, los demás no establecen algo concreto sobre la zonificación de corredores biológicos. También se da que las zonas de amortiguamiento quedan poco descritas; por ejemplo, la Propuesta de plan General de Manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito (2016-2025) incluye una metodología basada en LCA, pero no toma en cuenta la zona de amortiguamiento (SINAC, 2015c) del mismo modo la Propuesta de Plan General de Manejo del Parque Nacional Piedras Blancas (SINAC, 2015d). Con respecto a las anteriores ASP, Morera et al. (2008, p. 22) mencionan que “el desarrollo de las políticas de creación y gestión de espacios protegidos del país ha estado desligado o marginado de

aspectos de desarrollo y participación local. Por lo cual, los modelos de creación de espacios protegidos no consideran la gestión de las zonas de amortiguamiento como elemento básico en el manejo adecuado de estas unidades de conservación”.

Propuestas de zonificación y aportes de gestión ambiental llevadas a cabo en el Corredor Alexander Skutch

Específicamente dentro del CoBAS se realizó una primera zonificación en el año 2005 y desde entonces no se le ha dado seguimiento o actualización. Además, se han realizado diferentes esfuerzos de investigación y gestión del CoBAS que son parte importante en la planificación de una zonificación los cuales se describen seguidamente.

En la Ficha Técnica para el Diseño y Oficialización del Corredor Biológico Alexander Skutch, Canet-Desanti (2005), figura la realización de un diagnóstico del corredor biológico que incluye: Uso actual de la Tierra realizado en el año 2000 y análisis correspondientes a la capacidad y potencial de uso del suelo en el CoBAS, elaborado en conjunto entre el CCT y la Fundación Neotrópica en el año 2003. En el mismo texto, se definió una zonificación para el CoBAS, compuesta por cuatro áreas: **hábitat núcleo, amortiguamiento, bosque de galería y uno mixto/matriz**. Esta zonificación fue elaborada en su momento con la finalidad de proporcionar “un mejor manejo y conservación de los recursos naturales del corredor biológico” (Canet-Desanti, 2005, p.19).

En la elaboración de una propuesta de Plan de Manejo para el Refugio de Aves Dr. Alexander Skutch “Los Cusingos”, Hernández (2010) realizó una descripción de los diferentes usos del suelo del corredor biológico cuantificados en el año 2009, además de cartografía e información referente a la edafología, hidrología, clima y zonas de vida del CoBAS.

Por otra parte, el proyecto “Construcción de la conectividad ecológica y el bienestar humano en el Corredor Biológico Alexander Skutch: herramientas para los sistemas socio-ecológicos” o “Corredor Virtual”, es desarrollado por la Facultad de Estudios Ambientales

de *York University* de Canadá, el Centro de Investigación Observatorio del Desarrollo (CIOdD) y el CCT, en conjunto con grupos organizados de la zona. Tiene como objetivo desarrollar el “Corredor Biológico Virtual Alexander Skutch”, mediante herramientas de visualización basadas en la web, de manera que se apoye la participación pública en la toma de decisiones sobre temas socio-ambientales en la región (CIOdD, 2015). Se presentan capas de información cartográfica sobre la vigente zonificación del CoBAS, elaborada por Canet-Desanti en 2005.

En el Seminario de Graduación llamado “Análisis De La Estructura Del Paisaje En El Corredor Biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, en los años 2005, 2012 y 2016”, se empleó una metodología exploratoria – descriptiva para el análisis de la estructura del paisaje y generó una propuesta de conectividad funcional en el CoBAS (Acuña et al., 2017). Se presenta como una investigación innovadora, porque existen estudios que analizan la estructura del paisaje, pero este en particular profundiza para el caso concreto de los corredores desde una perspectiva geográfica (Acuña et al., 2017).

En el Plan de Gestión del Corredor Biológico Alexander Skutch (SINAC, 2018b) se utilizó la metodología de los EAPC y su metodología derivada MARISCO sobre Manejo Adaptativo de Riesgo y Vulnerabilidad en Sitios de Conservación, basada en ecosistemas mediante un enfoque de adaptación y resiliencia frente al riesgo. Se determinaron elementos focales de manejo, SE's, amenazas y estrategias. Este documento representa un gran avance para los objetivos de este trabajo ya que se brinda información sobre el avance de la gestión en el corredor y se puede reforzar con una zonificación que localice los fenómenos.

La tesis de Postgrado titulada “Grado de conectividad estructural y diversidad de especies de dos posibles rutas de enlace entre áreas prioritarias de conservación dentro del Corredor Biológico Alexander Skutch”, Vargas, E., (2019) determinó el grado de conectividad estructural de rutas de conectividad en el CoBAS mediante la elaboración de capas de cobertura forestal (bosque maduro y bosque secundario) empleando herramientas de SIG y el “foto trapeo” de mamíferos grandes. En dicho estudio, se consideraron dos

rutas: la **Ruta del Río Peñas Blancas**, siendo esta la ruta oficializada en el Plan de Gestión del CoBAS (SINAC, 2018b) y la **Ruta del Río Caliente**, la cual, a pesar de no ser oficial, presentó mayor conectividad estructural que la ruta Río Peñas Blancas. Los resultados obtenidos fueron de suma importancia para la formulación de propuestas ambientales en busca de promover funcionalidad a largo plazo de las rutas de conectividad anteriormente mencionadas mediante esfuerzos de conservación, priorización de zonas con mayor potencial de conectividad y desarrollo sostenible, logrando una buena planificación del territorio en pro de la conservación de los recursos naturales y los procesos ecológicos que en ella se dan.

En esa misma temática, Vargas, V., (2021) en la práctica dirigida titulada “Evaluación de las rutas de conectividad del Corredor Biológico Alexander Skutch” realizó una evaluación de la rutas del Río Peñas Blancas y el Río Caliente a partir de cambios en el uso del suelo mediante clasificación de coberturas, tenencia de la tierra, análisis de mamíferos a partir de monitoreo con cámaras trampa e interés de parte de los propietarios cuyas tierras se ubican dentro de esas rutas de conectividad en la implementación de mecanismos para la protección ambiental y buenas prácticas agrícolas. Vargas (2021) evidenció un constante crecimiento en cuanto a la cobertura boscosa, lo cual ha influido de manera positiva en el desplazamiento de fauna dentro de las rutas de conectividad del CoBAS. Sin embargo, la parte media de ambas rutas, especialmente la ruta Río Peñas Blancas cuenta con poca cobertura boscosa, y hay predominio de pastizales arbolados y pastizales.

Actualmente el CIOdD está realizando un proyecto en el CoBAS denominado “Campesinos, ambiente y bienestar: La producción sostenible campesina y el bienestar en el Corredor Biológico Alexander Skutch”, el cual busca mejorar el bienestar de la población campesina a través de medios de vida sostenibles y ecosistemas saludables. La zonificación se va a llevar a cabo en coordinación con y con el apoyo de este proyecto.

Zonificación con la metodología de Límites de Cambio Aceptable (LCA) a nivel internacional

La primera aplicación del LCA comenzó a mediados de 1980 y fue enfocado en el Bob Marshall Wilderness Complex (tres áreas naturales contiguas: Bob Marshall, Great Bear, y Scapegoat) al noroeste del estado de Montana, EE UU (Gómez, 2011). Para la zonificación del Parque Nacional Þingvellir (2004-2024) de Islandia se utilizó la metodología de LCA (Bjarnason et al., 2004), se describió cada zona y se explicó brevemente la situación actual, los LCA y la política para cada uno. Se considera como parte del objetivo del Plan General de Manejo de este parque “prever el monitoreo y la intervención en casos en que los cambios excedan los límites aceptables” (Bjarnason et al., 2004, p.27-28). Por otra parte, en Ecuador se realizó una investigación utilizando LCA basados en las propias características de la Zona Natural Intensiva del Parque Nacional Cotopaxi constituyéndose en una herramienta legal de planificación de carácter proactivo muy aplicado a la protección del área natural y minimizando los impactos ambientales, pero a la vez manteniendo la actividad turística del área (Gómez, 2011).

En un estudio denominado “Lecciones de la aplicación de LCA en la Isla de Mozambique” se concluyó que imponer límites de cambio altos parece inútil ya que los LCA no son entendidos y/o irrespetados por los actores involucrados. La falta de personal técnico podría contribuir a tal escalada parcialidad. Se propone que los actores respeten los objetivos a largo plazo en lugar de los de a corto plazo, en beneficio de las generaciones presentes y futuras y un monitoreo constante de los LCA. “Las acciones de difusión y sensibilización también pueden ayudar a la comunidad local a comprender mejor la importancia de proteger los atributos y valores considerados de importancia cultural en la Isla de Mozambique, incluidos los de valor universal excepcional” (Pereira Roders, 2013, p.47).

Por otra parte, se aplicó la metodología de LCA en un estudio llamado “Cálculo de los LCA en el casco urbano del municipio de puerto Nariño - Amazonas, Colombia”. El municipio de Puerto Nariño, es un destino donde la presencia de turistas va en aumento y con

ello los impactos asociados a esta actividad, por lo que la presente investigación buscó, a través de la metodología de LCA, proporcionar información para poder realizar una planificación y ordenamiento del turismo. Se fijaron 6 indicadores distribuidos en las 3 dimensiones de la sostenibilidad (Ambiental, social y económica), y con los resultados de su monitoreo, se establecieron las medidas de manejo que se consideraron pertinentes para mejorar la actividad turística (Ulloa et al., 2017).

Varias aproximaciones metodológicas para la planificación y el manejo de visitantes, específicamente relacionado con la determinación de la capacidad de carga, han sido desarrollados al menos en América del Norte. Dentro de estas aproximaciones se incluyen: 1) Rango de Oportunidades para Visitantes en Áreas Protegidas (ROVAP); como ejemplos se ha implementado el ROVAP en San Salvador con la Propuesta de Zonificación y programas de monitoreo y manejo adaptativo para el uso público (Domínguez, 2011) y en el Manual para el Desarrollo de Programas de Uso Público Basados en la Metodología de LCA en las Áreas Protegidas de México (CONANP, 2019), 2) Manejo del Impacto de la Visitación (VIM), 3) Proceso del Manejo de las Actividades del Visitante de la agencia de Parques Nacionales de Canadá (VAMP), 4) Protección de los Recursos y Experiencia del Visitante (VERP) desarrollado por el Servicio de Parques Nacionales de los EEUU (NPS, 1997 citado en SINAC, 2018). Todas incluyen una descripción de la condición deseada en el futuro de los recursos y el área protegida, además de la identificación de indicadores que permiten valorar la calidad de las experiencias de los visitantes y de las condiciones de los recursos. También identifican estándares que permiten el mínimo aceptable de las condiciones deseadas, la formulación de las técnicas de monitoreo para determinar cuándo es necesario acciones de manejo para mantener las condiciones dentro de los estándares establecidos (NPS, 1997 citado en SINAC, 2018). De esta forma, estas aproximaciones son una modificación de la metodología LCA.

Zonificación con la metodología de Límites de Cambio Aceptable (LCA) a nivel nacional

En el ámbito nacional, el SINAC ha desarrollado una metodología denominada “Manejo de los flujos de visitación en ASP del SINAC”, que tiene como objetivo evaluar de manera integral el desarrollo de la actividad turística dentro del ASP, estableciendo indicadores de impacto turístico y los límites permisibles de cambio o umbrales, así como un sistema de monitoreo para evaluar los cambios y establecer las estrategias o acciones de manejo para reducir o mitigar los impactos (SINAC, 2014 y SINAC, 2015a). En el quinto paso se escogen indicadores y umbrales para cada oportunidad y se mencionan las fuentes y las características para escogerlos. Este paso es una parte importante en la metodología de LCA que implica seleccionar indicadores, umbrales y su monitoreo. Esta metodología del SINAC se podría tomar como referencia y complemento de la propuesta de zonificación basada en LCA.

Como caso aplicado de la metodología del manejo de flujo de visitantes se encuentra el plan de turismo sostenible del Parque Nacional Corcovado (PNCo); en este Parque se tienen definidos indicadores o límites de cambio. “Es el monitoreo posterior de los mismos que conlleva un esfuerzo que con gran probabilidad superará las capacidades instaladas en el Parque” (SINAC, 2014, p. 22). Como actividades del Programa de Monitoreo del impacto del turismo, “se plantea formar un grupo de trabajo interdisciplinario encargado de analizar los indicadores, así como su periodicidad y responsables de recolectar la información; y se definirán las medidas correctivas según el umbral de cambio que reflejan los indicadores” (SINAC, 2014, p. 57).

A nivel nacional, el SINAC ha desarrollado una “Guía rápida para la implementación de la Zonificación en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica: Marco Conceptual y Propuesta Metodológica para la Zonificación” (SINAC, 2018a) en la cual se explica todo lo referente a un proceso de zonificación inclusive las características de la metodología por LCA. La misma ha sido combinada con la zonificación por usos y aplicado en los planes

generales de manejo de las ASP de Osa (Arguedas, 2009). Aun cuando es más compleja en contenido, la opción de los LCA permite realmente hacer manejo adaptativo en el área. Lo que se recomienda es que, “para áreas en estados tempranos de desarrollo, se use sólo la zonificación con enfoque de usos y para áreas con un buen estado de desarrollo se puede usar este enfoque combinado” (Arguedas, 2009, p. 96). Aun así, los LCA se pueden aplicar a otros problemas siempre que haya un conflicto entre el uso y los impactos en los recursos (Cole y Stankey, 1997) es por este motivo que se considera una opción viable de ser aplicada en el CoBAS.

III. MARCO TEÓRICO/CONCEPTUAL

Conservación de ecosistemas y bienestar humano

El término “conservación” anteriormente se refería a “la ordenación de los recursos naturales a fin de lograr la máxima calidad de vida para la humanidad, sobre una base continua” (Mendoza, 1989, p. 22, citado por Solano-Monge, 2017, pp. 34–35). Existen dos esquemas que son los más reconocidos y a los que se ha abocado gran parte de la literatura especializada. Por un lado, el modelo de proteccionismo estricto o conservación autoritaria, que signa los orígenes de la estrategia y concibe a la conservación como una meta alcanzable en tanto las reservas y parques queden liberados de presencia humana. Por el otro, la conservación de base comunitaria y de carácter más participativo e inclusivo, prolífica en las décadas de 1980 y 1990, afirma que es posible armonizar los objetivos de protección ambiental con las necesidades de las comunidades o personas que habitan esos espacios, con lo cual resulta imprescindible que se involucren en su manejo (D’Amico, 2015). Y es que la primera suposición primordial era considerar dentro de la ecología de los sistemas que la naturaleza alcanzaba un estado de equilibrio y homeostasis, es cuando en 1980 con el surgimiento del término “nueva ecología” que se toma en cuenta la inestabilidad, desequilibrio y fluctuaciones caóticas que caracterizan a muchos sistemas medioambientales (Laszlo, 1972, Margalef, 1968, Odum, 1969; Odum, 1983 citados en Zimmerer, 1994). “Para la década de 1990 el concepto de ecosistemas como sistemas no-lineales complejos y de múltiples estados estables estaba bien establecido” (Kay, 2000, citado por Francis, 2009, p. 423).

Este cambio de paradigma se dio porque empezó a resultar bastante obvio que la imposición de reservas y parques terminaba en situaciones de injusticia y avasallamiento para las personas, e inclusive ello tampoco aseguraba el cumplimiento de los objetivos de tipo ambiental. De allí se considera la participación de las personas y los diversos usos del territorio para el nuevo programa conservacionista (Vaccaro, et al., 2013, citados por D’Amico, 2015).

Esas dos visiones conservacionistas, una de protección estricta y la otra más comunitaria, hacen que la función de una zona de amortiguamiento sea considerada de distintas formas respectivamente. Para los conservacionistas más “severos”, la zona de amortiguamiento solo sirve para evitar el impacto humano negativo en el área central. Los socios conservacionistas, por otro lado, ven la zona de amortiguamiento como parte del desarrollo socioeconómico de toda el área que comprende las subáreas de conservación y no conservación (Ebreg y De Greve, 2000).

“La gestión integral del ecosistema se está volviendo cada vez más importante para la industria y la conservación. Una limitante es que los ecosistemas siguen siendo poco conocidos y su conservación se ha orientado hacia un solo recurso o hábitat, por eso se debe encontrar la mejor manera de preservar su complejidad y dinamismo” (Francis, 2009, p. 424). El concepto de SE's, es importante para predecir la respuesta del ecosistema a las perturbaciones y plantear preguntas con respecto a la escala en la que el manejo es apropiado. “Los SE's se definen como las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas” (Daily 1997, Boyd y Banzhaf 2007, Quétier et al. 2007, Luck et al. 2009, Quijas et al. 2010 citados en Balvarena, et al, 2011, p.44).

La gestión de ecosistemas por lo general es realizada a escala local pero antes se manejó una comprensión limitada de la variabilidad temporal. En consecuencia, hubo una consideración muy limitada de cómo las alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas locales impactarían los ecosistemas regionales y globales (Francis, 2009). A los sistemas complejos adaptativos en los que los agentes sociales y bio geofísicos están interactuando a través de múltiples escalas espacio-temporales, se les conoce como sistemas socioecológicos (Janssen y Ostrom, 2006 citados en Martín-López et al., 2009). Autores como Fikret Berkes (antropólogo) y Carl Folke (ecólogo) utilizan el término de sistema socioecológico como un concepto que integra a los humanos en la naturaleza y enfatizan el estudio de sistemas

acoplados sociedad-naturaleza; aunque “no existe una forma única, aceptada universalmente para formular las formas de enlace entre los sistemas sociales y los ecológicos” (Berkes y Folke 2000, Berkes et al. 2003, citados por Balvarena, et al, 2011; p.49-50).

Fragmentación de hábitats y los corredores biológicos

El estudio de las dimensiones geográficas de factores biológicos en los corredores biológicos es acogido por la tradición geográfica de la biogeografía, preocupada por entender la distribución de las especies, conectividad y fragmentación, donde una de las mayores preocupaciones es la pérdida de los hábitats de las especies (Solano-Monge, 2017 y Gutiérrez, 2002). Esto se asocia con la fragmentación que es el resultado de dividir porciones de vegetación en otras más pequeñas. La fragmentación a lo interno del CoBAS, debido principalmente a la lotificación (ASOCUENCA, 2014), dificulta la conectividad biológica que es parte de su objetivo.

Desde una óptica histórica, los corredores biológicos fueron propuestos por Wilson y Willis en 1975 a partir de la teoría biogeográfica de islas postulada por MacArthur y Wilson en los años sesenta (SINAC, 2009, citado por Solano-Monge, 2017). Estos corresponden a una extensión territorial cuya función principal es interconectar ASP's para generar beneficios hacia las especies, los paisajes y el territorio (Solano-Monge, 2017; p.34). El concepto ha evolucionado hacia una tendencia más integral, hasta transformarse en un mosaico de diferentes tipos de uso del suelo que es manejado para conectar fragmentos de bosque a través del paisaje (Bennett 1998, Miller et al. 2001, citados por SINAC, 2008).

En 1999, el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) dio inicio a un esfuerzo colaborativo con organizaciones regionales y nacionales de conservación y desarrollo activas en Mesoamérica, región que incluye los cinco estados del sur en México y los siete países de América Central. El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa regional encaminada a conservar la diversidad biológica y de ecosistemas de forma tal que se fomente un desarrollo social y económico sostenible (Miller et al., 2001). El CBM dentro de un

enfoque más amplio, define a un corredor biológico como un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica, procesos ecológicos y evolutivos (CCAD, 2002). El centro mismo de la iniciativa del CBM es un esquema de ordenamiento territorial que consta de cuatro categorías: zonas núcleo, zonas de amortiguamiento, zonas de corredor (rutas de conectividad) y matriz del corredor (zonas de usos múltiples (Miller et al., 2001). Los autores Bennett 1998, Poiani et ál. (2000), Bennett y Mulongoy (2006) (citados en SINAC, 2008) además agregan los hábitats sumideros.

Con respecto a corredores biológicos y enfoques teóricos, la bibliografía costarricense utiliza como base para definir un corredor biológico el Reglamento de la Ley de Biodiversidad, la cual dice que es un territorio delimitado cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos. Está integrado por áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, o de usos múltiples; proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, en esos territorios (MINAE, 2008).

A razón de que Costa Rica buscaba ser uno de los primeros países en alcanzar las Metas Aichi (2020) establecidas en la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), se crearon tres herramientas: la Estrategia Nacional de Biodiversidad, el Plan de Acción para la Adaptación de la Biodiversidad al Cambio Climático y el Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB).

Corredores biológicos y zonas de amortiguamiento

Las zonas de amortiguamiento también pueden actuar como corredores, uniendo el área protegida con otros fragmentos, reduciendo los efectos del aislamiento en las poblaciones (Henry et al., 1999, Schuller et al., 2000 citados en Perelló et al., 2012). Los incendios y las enfermedades se mencionan en la literatura como impactos que se difunden fácilmente a través de estas "rutas". Los corredores ubicados en zonas de amortiguamiento pueden beneficiarse de la gestión de todo el paisaje que los rodea. Este es el caso del CoBAS, que colinda con la zona de amortiguamiento del PNCh.

El término “zona de amortiguamiento” o “*buffer zone*” en inglés, comenzó a ser utilizado con el programa del Hombre y la Biosfera (MAB) y las Reservas de la Biosfera (RB) en los 70’s de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Las zonas de amortiguamiento se crearon donde ya existía un parque nacional o el parque fue usado como la zona núcleo de la RB. Las RB se componen de tres anillos concéntricos que son la zona núcleo, la zona de amortiguamiento y la zona de transición (Martino, 2001). No hay consenso sobre cuál es el rol de las zonas de amortiguamiento. Por un lado, se proponen como una extensión de los parques nacionales y se reconoce que la población local debe recibir beneficios para evitar conflictos. Por otro lado, su rol principal es el de integrar parques y personas incluso si es necesario usar recursos del interior del parque. Para la UNESCO, su rol es reducir los efectos negativos externos derivados de las actividades humanas que pueden afectar el área central y fomentar la calidad de vida de las comunidades humanas vecinas (UNESCO, 2009, citado por Perelló et al., 2012).

Según Miller (1980, citado por Romero, 1989; p. 33), “mediante las zonas de amortiguamiento se busca proteger el ASP de los diferentes efectos nocivos y debe estar en capacidad de absorber los disturbios químicos y físicos tales como la contaminación del aire, agua o el suelo, la caza furtiva, el turismo incontrolado y el ruido”. En el artículo 19 del Decreto N.º 26228-MINAE “Reforma al Reglamento sobre Procedimientos de SETENA”,

se establece que esta zona debe medir 500 metros de ancho como mínimo (MINAE, 1995). “Dependiendo de las diferentes actividades humanas, así se debería definir su ancho, sin embargo, la realidad en el campo es que hay un mosaico tan grande de alternativas de actividades humanas que deberían tener un trabajo de mitigación y cada una con distancias diferentes” (Arguedas, 2010, p.142).

Desafíos en el diseño de corredores biológicos y zonas de amortiguamiento

“Los problemas de los límites son problemas persistentes en los esfuerzos de conservación de todo el mundo. Los problemas son producidos por la acentuada desigualdad espacial en las condiciones de desarrollo ambiental” (Zimmerer, 2000, p.362). Las zonas de amortiguamiento, las zonas culturales y las de transición están sujetas a la contaminación extrema de tipo industrial, agroindustrial y de los vertederos rurales. “Alguna vez se pensó que esas zonas “suavizaban” y flexibilizaban el límite de las áreas de conservación, pero lo cierto es que en muchos casos funcionan como demarcaciones rígidas” (Zimmerer, 2000, p.363).

“Durante los últimos años se ha favorecido la participación local en el manejo de las áreas protegidas, pero predominan los aspectos netamente ecológicos en la definición de políticas de áreas protegidas” (Canet-Desanti et al., 2012 y Morera et al., 2008, p.13). No obstante, varios corredores se han destacado como exitosos, debido principalmente al buen funcionamiento de sus consejos locales, que cuentan con personas encargadas de monitorear las actividades. Ejemplos de estos son San Juan - La Selva, Paso de la Danta, Chorotega y Volcánica Central - Talamanca (Canet-Desanti et al., 2012 y SINAC, 2008).

El PNCB posee una guía práctica para el diseño, oficialización y creación de corredores, la cual menciona que no existe una fórmula para diseñar corredores; aun así, se brindan ciertos criterios a tomar en cuenta para su diseño y se le da importancia a que en el proceso participe la mayor cantidad de actores posible y que se cuente con objetivos claros y

consensuados sobre el para qué se desea establecer el corredor (Canet-Desanti 2007 citado en SINAC, 2008).

Conceptos y metodologías para la zonificación

Como abordaje metodológico de zonificación de corredores en Costa Rica no existe algo claramente definido, por lo general son los Consejos de Corredores Biológicos los que se hacen cargo de su gestión en general, estos se definen igual a los Consejos Locales de ASP (MINAE, 2008 y SINAC, 2008).

Según el SINAC (2014), la zonificación de ASP es una organización del territorio en función del valor de sus recursos y de su capacidad de acogida para los distintos usos, en la que se establecen objetivos muy claros y precisos, de acuerdo con la normativa correspondiente con el fin de minimizar los impactos negativos y de asegurar un uso del espacio compatible con la conservación de los recursos naturales y culturales presentes en el área y su relación con la dinámica socio ambiental de su entorno inmediato. Se basa en la intensidad de uso de cada zona de acuerdo a sus características biofísicas. La zonificación no debe concebirse o convertirse en un instrumento regulador territorial sino más bien en una orientación para el alcance de los objetivos de conservación que se proponen con la creación del ASP. “Los planteamientos y objetivos de cada zona de manejo para el ASP no pueden tener normas que vayan más allá o sobrepasen la jerarquía de lo establecido en la regulación municipal” (SINAC, 2018b, p.5).

El SINAC (2018a) establece los siguientes pasos para desarrollar la zonificación: 1) Utilizar los resultados de los principales insumos generados en el Diagnóstico, 2) Definir los sectores y las zonas de manejo con sus objetivos, 3) Identificación de las propuestas de intervención, 4) Definición de las condiciones deseadas en cada zona, 5) Identificar indicadores, estándares y metas para las condiciones deseadas, 6) Divulgación de los resultados de la zonificación. En esta guía se puede apreciar como la zonificación se

comienza a dirigir hacia las condiciones deseadas de los recursos que es lo que propone el enfoque de LCA.

El SINAC ha implementado dos tipos de metodologías de zonificación en ASP: la de usos y la de límites de cambio aceptable (LCA) (Cuadro 1). La zonificación por usos es la que más ha aplicado el SINAC en los Planes Generales de Manejo de las ASP, y consiste en la definición de zonas de acuerdo a la intensidad permitida de intervención humana, que va desde zonas de protección absoluta hasta zonas de uso extensivo e intensivo (Miller 1980 citado en SINAC, 2018a). La metodología de LCA es un marco para establecer condiciones de recursos naturales y sociales aceptables y apropiadas en entornos de recreación. Se ha desarrollado en respuesta a la necesidad de los administradores de un medio para hacer frente a las crecientes demandas en las áreas recreativas de una manera visible y lógica. También representa una reformulación del concepto de capacidad de carga recreativa, con el énfasis principal ahora en las condiciones deseadas en el área en lugar de cuánto uso puede tolerar un área. No es una idea nueva, pero sí es el último paso en un esfuerzo continuo por mejorar el manejo de la recreación de los bosques mediante la definición de objetivos más explícitos y medibles. Nueve pasos están involucrados en el proceso general (Figura 3) (Stankey et al., 1985 y SINAC, 2018a).

Cuadro 1. Comparación general entre la zonificación por usos y la de límites de cambio aceptable (condiciones de los recursos del área protegida). Kohl et al 2006 citado en SINAC, 2018a.

Uso de recursos	Condición de recursos LCA
Ordena el uso	Ordena en el territorio los objetivos de conservación
Se monitorean los usos	Se monitorea la condición del recurso
Se reglamentan los usos	Se definen los indicadores de la condición deseada
No permite más de un uso en el mismo sector	Permite calcular uso siempre y cuando no cambie la condición deseada
No permite nuevos usos	No restringe nuevos usos
Promueve la administración sin el aprendizaje	Promueve el manejo adaptativo

La metodología de LCA se puede aplicar a cualquier situación en la que (1) los objetivos entren en conflicto y todos los objetivos se vean comprometidos, (2) existe una jerarquía de objetivos de modo que uno o más objetivos puedan considerarse como obstaculizadores de los otros objetivos, y (3) es posible desarrollar estándares medibles. Por lo tanto, el proceso puede aplicarse fuera de la naturaleza silvestre e incluso fuera de las ASP. “Se puede aplicar a otros problemas que no sean la recreación, como el pastoreo, la minería, la regulación del flujo de agua y la emisión de contaminantes, siempre que haya un conflicto entre el uso y los impactos en los recursos” (Cole y Stankey, 1997, p.9).



Figura 3. Sistema de planificación por LCA. Elaboración propia a partir de Stankey et al, 1985, p.3 y SINAC, 2018a, p.11.

Desde una perspectiva de conservación de humedales, los LCA se definen como la variación que se considera aceptable en un componente particular o proceso del carácter ecológico del humedal, sin indicar un cambio en las características ecológicas que pueda conducir a una reducción o pérdida de los criterios para el cual el sitio estaba en la lista de Ramsar (Figura 4) (Phillips 2006 citado en Gobierno Australiano, 2008). Un ejemplo de límite de cambio aceptable en este trabajo es el rango de pendiente para un determinado uso de la tierra o medio de vida rural, que a lo largo del tiempo ha mostrado ser el rango más apto.

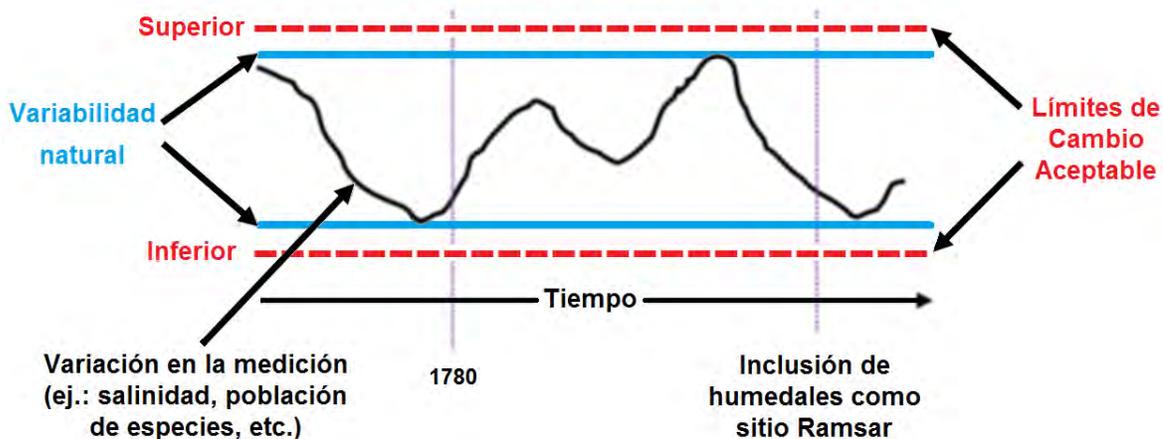


Figura 4. Variación aceptable por encontrarse dentro de LCA, de un humedal de la lista Ramsar. Modificado de Phillips, 2006 & citado en Gobierno Australiano, 2008; p.2.

La metodología de LCA conceptualmente fue desarrollada por el Servicio Forestal de Estados Unidos para sus áreas de manejo y como medio para regular la cantidad de turistas dentro de las ASP (Arguedas, 2010; Cole & Stankey, 1997; Stankey et al., 1985). Fue retomada por la Organización RARE para una metodología de PUP que desarrollaron para sitios de patrimonio, en conjunto con UNESCO. Este concepto fue compartido con técnicos de la Escuela Latinoamericana de Áreas Protegidas (ELAP) por Jon Kohl que era uno de los técnicos de RARE/UNESCO que trabajó en esta metodología de Planes de Uso Público (PUP) y fue puesto en práctica en el Proyecto Osa, para lo cual se desarrolló un marco metodológico que no existía (Arguedas, 2010).

Efectividad de manejo y el manejo adaptativo

La efectividad de manejo es el nivel de satisfacción de la gestión de un área protegida; principalmente el grado en el que se está protegiendo los valores y consiguiendo las metas y objetivos de conservación propuestos para el área (SINAC, 2014). Esta se determina según un manejo adaptativo que es la incorporación formal del proceso de aprendizaje dentro de las acciones de conservación, mediante la utilización de la información generada por el monitoreo y la evaluación.

Por otra parte, el proceso del manejo adaptativo para la gestión de proyectos de conservación de la biodiversidad (Margoluis y Salafsky 1998 citado en SINAC, 2014) se divide en ocho pasos: 1) empezar, 2) definir alcance y objetivos, 3) realizar análisis de situación, 4) desarrollar plan de trabajo, 5) desarrollar plan de monitoreo, 6) aplicar planes, 7) analizar y comunicar y 8) adaptar y aprender.

Además de la anterior forma de realizar manejo adaptativo, también existen los EAPC de la Alianza para las Medidas de Conservación (CMP), los cuales están destinados a describir el proceso general necesario para la implementación exitosa de proyectos de conservación (CMP, 2013) y se deben usar principalmente una vez que esté claro dónde o sobre qué tema trabajará un equipo y qué es lo que se quiere conservar. Los EAPC ayudan a maximizar la efectividad y la eficiencia de sus proyectos; también aclaran lo que debe realizarse para lograr una gestión de calidad de proyectos, y así proporcionar una base transparente para un enfoque estructurado de la evaluación (tanto interna como externa) de las acciones. Los EAPC constan de cinco pasos: 1) conceptualizar la visión y el contexto del proyecto, 2) planificar acciones y monitoreo, 3) implementar acciones y monitoreo, 4) analizar datos, usar los resultados y adaptar, 5) capturar y compartir el aprendizaje.

El SINAC cuenta con una metodología para evaluar la efectividad de manejo de los corredores biológicos que se encuentra enmarcada dentro del Programa Nacional de Monitoreo Ecológico en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos, conocido como PROMEC-CR (SINAC, 2007; Finegan et al., 2008 citados en Canet-Desanti et al., 2012) (esto está decretado en la Ley de Biodiversidad). Esta menciona que, si se toma en cuenta que lo único constante en la naturaleza es el cambio, resulta sumamente difícil poder predecir los cambios que estos sufrirán. Por tal razón, el manejo de estos sistemas debe hacerse de forma adaptativa, tomando en cuenta esta dinámica (Finegan et ál. 2007, Finegan et al., 2008 citados en SINAC, 2015b).

La metodología de los LCA permite el manejo adaptativo (SINAC, 2018a) y para ello identifica “indicadores” o aspectos que puedan evidenciar cambios y “estándares” o rangos

de lo que se está dispuesto a tolerar como cambios en el sistema. “Si los valores registrados para los “indicadores” están por encima de los valores máximos o por debajo de los valores mínimos establecidos como aceptables por los “estándares”, es necesario tomar acciones correctivas, que adapten el manejo para minimizar un impacto negativo y/o maximizar uno positivo” (Domínguez, 2011; p.4).

IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Para el caso de Costa Rica, por lo general la planificación territorial y la conservación ambiental se han mantenido como elementos aislados y complejos de integrar (Avendaño, et al, 2020, Ramírez y Villalobos, 2014). A pesar de la importancia de los planes reguladores cantonales para mejorar el desarrollo de la población en un marco de armonía con la naturaleza, equidad social y eficiencia económica, esta herramienta no existe en la mayoría de los cantones. Según Sánchez (2019a citado en PEN, 2019), solo en 40 de los 82 cantones hay un plan regulador (48,7% del total). En muchos casos se trata de planes parciales; solo 21 contemplan toda la extensión del cantón. Además, “el 51% de los planes fueron aprobados antes del 2000, es decir, tienen cerca de 20 años o más. Solo el 12% de los cantones que cuentan con un plan regulador vigente lo están actualizando, mientras un 37% no lo está haciendo” (PEN, 2019, p.29).

En el país no existe una reglamentación oficial sobre la forma de zonificar corredores biológicos y esto es perjudicial para estas zonas, ya que no hay manera de regular una utilización del territorio en equilibrio con la conexión de fragmentos de bosque a través del paisaje (Bennett 1998, Miller et al. 2001 citados en SINAC, 2008). Este hecho sigue sin garantizar su adecuada gestión, ya que generalmente en los primeros años el consejo local trabaja en su consolidación, y es en la continuidad donde muchas estrategias de corredores no logran salir adelante (Arauz y Arias, 2016).

El CoBAS no posee una zonificación adecuada a su situación. Se están concentrando viviendas en mayor medida en la zona núcleo de amortiguamiento que conecta la Reserva de las Nubes con el Refugio de Aves Los Cusingos y existe una dependencia local a las actividades agropecuarias que ocupan el 50% del área del corredor biológico (ASOCUENCA, 2014), además de la consolidación de monocultivos como la piña en el sector sureste del CoBAS, específicamente en la comunidad de San Francisco. Esto se relaciona con que la sostenibilidad ambiental del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas (SAP) se encuentra en riesgo ante las crecientes amenazas o “fronteras conflictivas” (como

le denomina el PEN) entre la protección y la actividad productiva (MINAE, 2016). La incursión de la piña evidencia que la actual gestión del corredor no se da adecuadamente ya sea por desconocimiento de los límites del corredor y/o falta de control en ese sitio.

Las comunidades del CoBAS cuentan con índices de desarrollo económicos medios, lo cual se refleja en una baja inversión turística debido a que no existe una combinación de recursos privados y municipales, estatales y/o de cooperación para el desarrollo de iniciativas turísticas locales (González, 2018). Además, Arauz y Arias (2016) mencionan que el apoyo institucional en el corredor es poco. Por otra parte, el mal manejo de los recursos genera problemas de degradación de suelos, contaminación del recurso hídrico y poca productividad (ASOCUENCA, 2014). La contaminación es una de las principales problemáticas del corredor, y se da por desechos, humo, incendios, uso de agroquímicos y otros factores. Otras problemáticas son la cacería ilegal y la tala, además el apoyo de instituciones responsables es escaso o nulo (Arauz y Arias, 2016).

Para proteger los recursos del CoBAS es fundamental que las comunidades que lo integran conozcan de qué forman parte. Lamentablemente, en ciertos sectores de las comunidades esto se desconoce (Arauz y Arias, 2016). Los productores agropecuarios primero deben de generar conciencia sobre la magnitud del impacto que sus actividades pueden estar generando en el corredor, para que posteriormente puedan hacer uso de herramientas que orienten su modelo de producción hacia lo sostenible y sustentable. Son vulnerables las poblaciones en condiciones de pobreza en corredores biológicos, zonas de amortiguamiento y territorios indígenas (MINAE, 2016). Algunos productores agrícolas del corredor se han visto en la necesidad de “lotear” sus fincas para vender y tener ingresos adicionales ocasionando la fragmentación del paisaje (ASOCUENCA, 2014).

V. OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Proponer una zonificación de manejo adaptativo para el sistema socioecológico del Corredor Biológico Alexander Skutch basada en el estado actual de los elementos focales por medio de la metodología de Límites de Cambio Aceptable (LCA) y utilizando un proceso de EMC y MOLA.

Objetivos específicos

- Identificar el estado actual de los elementos focales de manejo ecológicos y socioeconómicos y culturales del CoBAS dentro de un enfoque de sistema socioecológico.
- Proponer una zonificación del CoBAS que integre los elementos focales de manejo ecológicos, socioeconómicos y culturales, mediante un proceso de EMC y MOLA.
- Proponer una alternativa de manejo adaptativo en complemento con el Plan de Gestión del CoBAS.

Pregunta de investigación

¿Cómo podría aportar una metodología de zonificación basada en LCA y los EAPC a una gestión sostenible del CoBAS que procure el equilibrio entre actividades humanas y la integridad ecológica de sus ecosistemas?

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

Como el propósito del trabajo es proponer una zonificación para el CoBAS, primero se diseñó una estructura metodológica para integrar la metodología de los LCA y el enfoque de los EAPC. Así fue como la metodología de LCA se combinó con la de los EAPC para planificar una zonificación y gestión ambiental de manera simultánea, dado que ambas siguen la lógica del manejo adaptativo y, además, se enfocan en áreas silvestres protegidas.

Como se indicó en secciones anteriores, tanto los LCA como los EAPC han sido llevados a la práctica en la planificación de áreas silvestres protegidas de Costa Rica y se partió de esa experiencia previa para complementar el diseño de una metodología que se adaptara a las condiciones del corredor biológico en estudio, tomando en cuenta los pasos metodológicos de la Guía Rápida para la Implementación de la Zonificación en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica: Marco Conceptual y Propuesta Metodológica para la Zonificación (SINAC, 2018a) que parte de la metodología de LCA de Cole y Stankey (1997).

Como ya se ha indicado, la metodología de LCA se creó como un marco para establecer condiciones de recursos naturales y sociales aceptables y apropiadas en entornos de recreación (Stankey et al., 1985 y SINAC, 2018a) pero dado que el CoBAS tiene mayor apertura a actividades humanas, las cuales a su vez se benefician de los servicios ecosistémicos que el corredor provee, fue necesario reajustar el enfoque de los LCA. En lugar del estado deseado de los recursos naturales, se consideró oportuno zonificar el CoBAS según el estado deseado de los SE's de los EFM ecológicos, socioeconómicos y culturales dentro de cada una de las siete comunidades del CoBAS.

Se espera que esta metodología de zonificación se utilice y adapte a los cambios del CoBAS a lo largo del tiempo, por lo tanto, se integraron los conceptos del manejo adaptativo y los EAPC. De todas formas, la zonificación de ASP del SINAC (2018) parte de los fundamentos técnicos de la Guía de Elaboración de Planes de Manejo del SINAC (2016), que a su vez parte de los componentes del manejo adaptativo. Estos fundamentos se integran

con los EAPC, lo cual sintetiza los componentes principales y su interacción para lograr un proceso de planificación orientado hacia la obtención de resultados (SINAC, 2016)

Los EAPC consisten en una compilación de conceptos, alcances y terminología que son comunes en diferentes procesos y enfoques de planificación, para el diseño, manejo y monitoreo de proyectos de conservación y el manejo adaptativo (SINAC, 2016, p.13). Por otro lado, “el manejo adaptativo es la incorporación formal del proceso de aprendizaje dentro de las acciones de conservación, mediante la utilización de la información generada por el monitoreo y la evaluación” (SINAC, 2016, p.13). Los pasos del manejo adaptativo y los EAPC son muy similares entre sí (Cuadro 2). La gestión de la zonificación se basó en indicadores para cada EFM identificado en cada comunidad del CoBAS, creados a partir de información espacial recopilada a lo largo del TFG.

Cuadro 2. Pasos del manejo adaptativo y de los EAPC. SINAC (2016) y CMP (2013).

Paso	Manejo Adaptativo	EAPC
Paso 1	Definir alcance y objetivos	Conceptualizar qué es lo que se desea alcanzar en el contexto en donde se está trabajando.
Paso 2	Realizar análisis de situación	Planificar tanto las acciones como el monitoreo.
Paso 3	Desarrollar plan de trabajo	Implementar tanto las acciones como el monitoreo.
Paso 4	Desarrollar plan de monitoreo	Analizar los datos y evaluar la efectividad de las actividades. usar todos los resultados para adaptar el proyecto y elevar al máximo el impacto.
Paso 5	Aplicar planes	Capturar y compartir los resultados con las audiencias externas e internas clave para promover el aprendizaje.
Paso 6	Analizar y comunicar	

Dado que la metodología de zonificación por LCA cuenta con su propia estructura de pasos metodológicos por parte del SINAC (2018a) y Cole y Stankey (1997), para lograr mayor claridad y lectura de este trabajo, se optó por agrupar los diferentes pasos de LCA de ambas fuentes dentro de pasos para el desarrollo de la metodología propuesta y a la vez dentro de cada capítulo del trabajo (Cuadro 3), lo cual dio origen a la estructura de pasos metodológicos de la zonificación propuesta (Figura 5).

Cuadro 3. Pasos de la primera metodología de zonificación por LCA, pasos de la metodología de zonificación del SINAC y pasos metodológicos en los que se estructura cada capítulo de este trabajo. Elaboración propia a partir de Cole y Stankey (1997) y SINAC (2018a).

Metodología de LCA de Cole y Stankey (1997)	Pasos de zonificación del SINAC (2018a)	Pasos para desarrollar la zonificación propuesta	Capítulos
Paso 1. Identificación y análisis de los valores del área protegida	Paso 1. Utilizar los resultados de los principales insumos generados en el diagnóstico	Paso 1. Identificar las debilidades y oportunidades del sistema socioecológico del CoBAS para la zonificación y descripción de SE's	Capítulo 1
Paso 2. Definir y describir las oportunidades de experiencias turísticas y de recreación	Paso 2. Definir los sectores y las zonas de manejo con sus objetivos	Paso 2. Describir los EFM del CoBAS y asociarles SE's para conformar sitios de interés con diferentes grados de intervención	
-	Paso 3. Identificación de las propuestas de intervención		
Paso 3. Seleccionar indicadores de condición de los valores naturales y sociales	Paso 5.1. Identificar indicadores para las condiciones deseadas	Paso 3. Definir el objetivo de la propuesta de zonificación y seleccionar indicadores	Capítulo 2
Paso 4. Realizar un inventario de los indicadores de recursos	-	Paso 4. Seleccionar factores de los indicadores, elaborar con estos el mapa de la propuesta de	

naturales y sociales existentes		zonificación para el CoBAS y definir las zonas de la zonificación	
Paso 5. Determinar los estándares de medición para los indicadores de recursos naturales y sociales existentes	Paso 5.2. Identificar, estándares y metas para las condiciones deseadas	Paso 5. Identificar estándares, metas y objetivos para las condiciones deseadas	Capítulo 3
Paso 6. Identificar condiciones deseadas a futuro considerando los indicadores para los valores sociales y de recursos naturales existentes	Paso 4. Definición de las condiciones deseadas en cada zona	Paso 6. Localizar las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS (más reciente) y realizar un plan de monitoreo para los indicadores de la zonificación propuesta	
Paso 7. Identificar acciones de manejo para cada condición deseada	-		
Paso 8. Evaluar las acciones y seleccionar la alternativa de manejo más adecuada para cada condición deseada	-		
Paso 9. Formular e implementar acciones de manejo y un protocolo de monitoreo para los indicadores de las condiciones deseadas	-		
-	Paso 6. Divulgar los resultados de la zonificación	Paso 7. Divulgar los resultados de la zonificación	

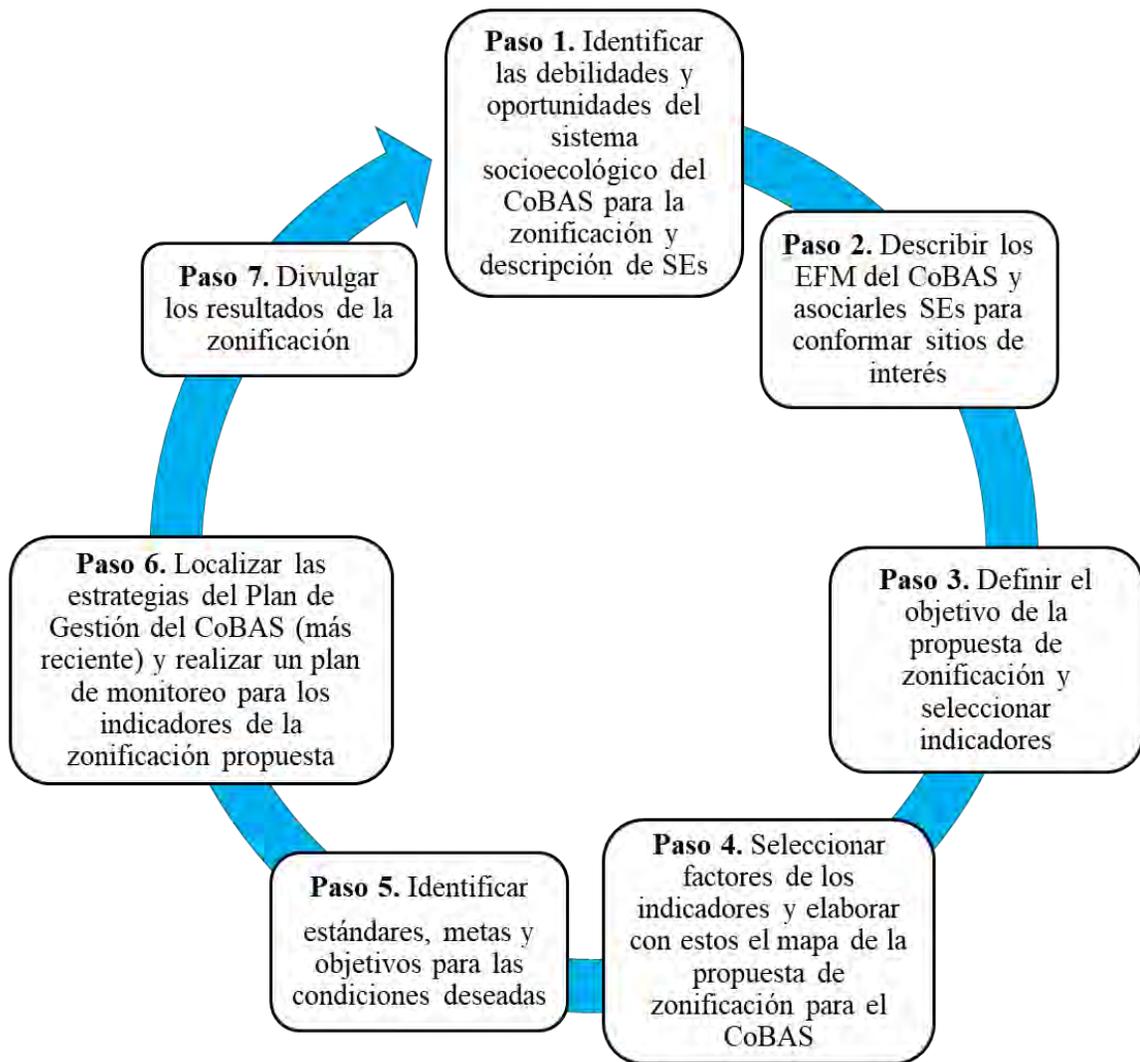


Figura 5. Pasos metodológicos para desarrollar la zonificación propuesta. Elaboración propia.

Se realizó una zonificación en el CoBAS, donde se utilizó el enfoque de LCA y para ello se utilizó una metodología mixta convergente paralela dado que se tuvieron datos cualitativos y cuantitativos por separado y luego fueron unificados en un análisis de evaluación multicriterio, que permitió analizar los puntos de convergencia y divergencia entre sí (Creswell, 2014). La figura 6 agrupa las etapas más a detalle de la elaboración de cada capítulo.

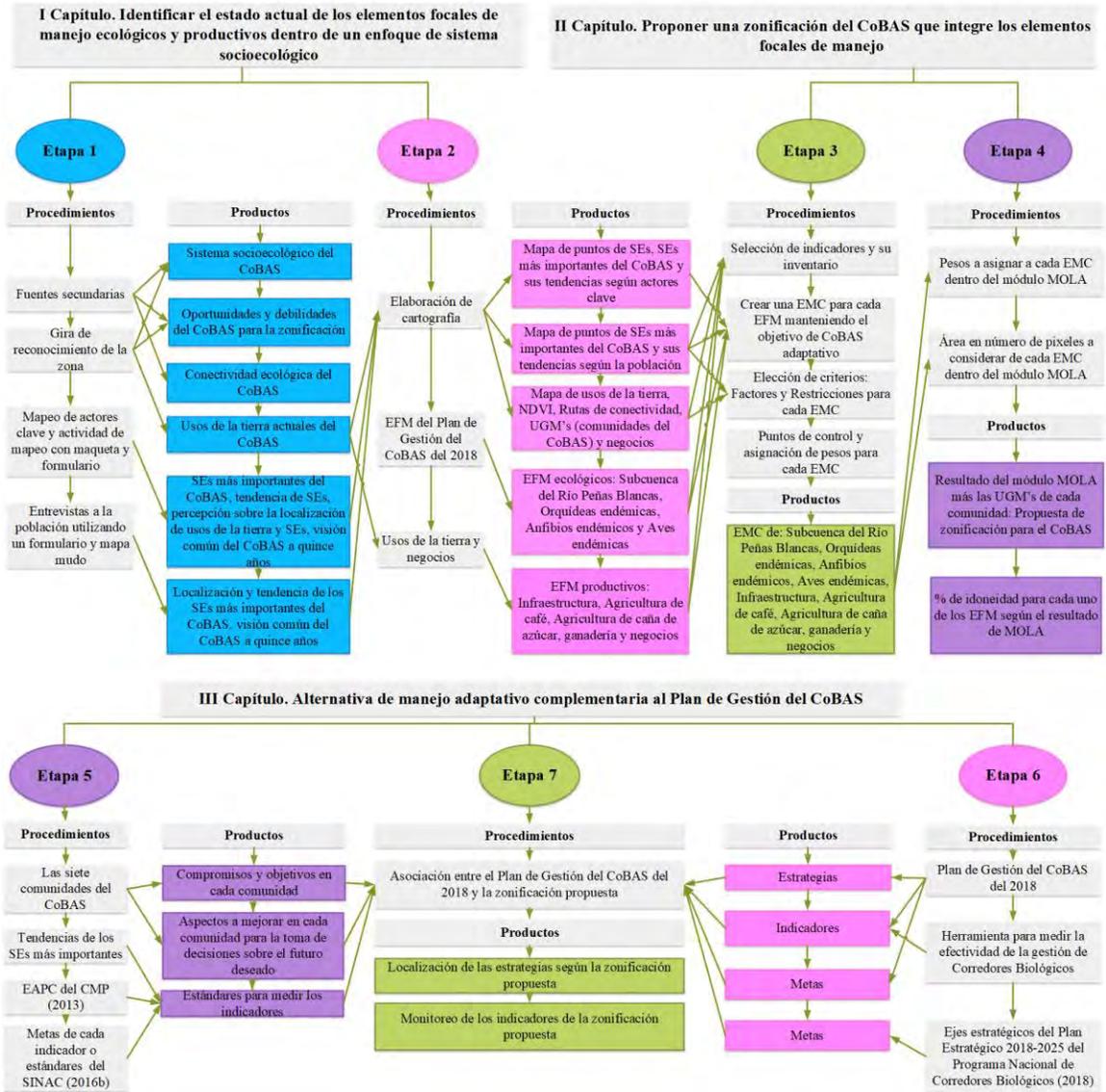


Figura 6. Diagrama metodológico para la planificación de la zonificación del Sistema Socioecológico del CoBAS. Elaboración propia.

VII. PRIMER CAPÍTULO. IDENTIFICAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS ELEMENTOS FOCALES DE MANEJO ECOLÓGICOS Y PRODUCTIVOS DENTRO DE UN ENFOQUE DE SISTEMA SOCIOECOLÓGICO

Para este capítulo se planteó un diagnóstico del sitio de estudio como primera etapa de la propuesta de zonificación. En este capítulo se utilizaron como referentes los dos primeros pasos de la metodología de zonificación por LCA (Cole y Stankey, 1997) y de la metodología de zonificación del SINAC (2018a).

- **Paso 1 de Cole y Stankey (1997). Identificación y análisis de los valores del área protegida:** Implica la identificación de las preocupaciones y problemas del área. Además de las pautas legales y la política organizacional, la gestión de un área debe reflejar las características y los valores específicos del área para poder evaluar el papel del área tanto a nivel regional como nacional (Cole y Stankey, 1997).
- **Paso 1 del SINAC (2018a). Utilizar los resultados de los principales insumos generados en el diagnóstico:** Realizar un análisis de la categoría de manejo del ASP y los objetivos de conservación y de manejo, analizar la información sobre la distribución, ubicación y estado de conservación de los elementos focales de manejo (EFM), analizar la información sobre distribución de sitios especiales y oportunidades, analizar la información sobre el uso actual de la tierra, analizar la información sobre la tenencia de la tierra, analizar la información sobre las amenazas a los EFM (SINAC, 2018a).

Para tomar en cuenta los pasos anteriores, se definieron debilidades y oportunidades del sistema socioecológico del CoBAS y elementos focales de manejo ecológico, socioeconómico y cultural. Además, se realizó un estudio de los SE's más importantes por sus beneficios a la sociedad del CoBAS. Estos SE's se incluyeron en la descripción de cada EFM porque en etapas posteriores del TFG fue necesario realizar relaciones entre ambos elementos.

- **Paso 2 de Cole y Stankey (1997). Definir y describir las oportunidades de experiencias turísticas y de recreación:** Las clases de oportunidad representan subunidades del área donde se brindan diferentes condiciones, aumentando así la diversidad del área (Cole y Stankey, 1997). La designación de las clases de oportunidad sigue el sistema básico del Espectro de Oportunidades de Recreación (ROS, por sus siglas en inglés). El sistema ROS define seis clases: Primitivo; Semiprimitivo No motorizado; semiprimitivo motorizado; Carretera Natural; Rural; y Urbano. Por lo general, dentro de las áreas silvestres, se aplicarían las clases Primitivo y Semiprimitivo No motorizado (USDA Forest Service n.d.; Buist and Hoots 1982; Driver and Brown 1978; Clark and Stankey 1979a citados en Cole y Stankey, 1997, p.6).
- **Paso 2 del SINAC (2018a). Definir los sectores y las zonas de manejo con sus objetivos:** Se ha considerado sumamente importante, para efectos de organización y orden en el ejercicio, dividir previamente el ASP en Sectores para efectos de la formulación de las diferentes zonas de manejo, de tal forma que esta sectorización permite a los actores locales y a la administración tener mayor grado de certeza en la ubicación de sus componentes, ya sea los EFM como los terrenos del Patrimonio Natural del Estado y los ocupados por terceros con diversas formas de tenencia de la tierra (SINAC, 2018a). Entre más baja la intervención en la zona, más deseo que se mantenga en un estado inalterado o con un impacto casi imperceptible. Las zonas que se propone en la metodología de zonificación del SINAC (2018a) son: Zona de mínima o nula intervención, Zona de baja intervención, Zona de mediana intervención y Zona de alta intervención.
- **Paso 3 del SINAC (2018a). Identificación de las propuestas de intervención:** Por zona se definen categorías y grados de intervención, en función de los objetivos de la categoría de manejo, con énfasis en los objetivos planteados en el plan general de

manejo del ASP (por ejemplo, si fueran para turismo, control y protección, investigación, etc.), tal como se planteó a partir de los objetivos específicos de cada una de las zonas de manejo.

En las dos metodologías de zonificación estudiadas se pudo apreciar que contemplan necesario crear y categorizar zonas según el grado de intervención humana que se les desea asignar, esto significa que las que se designen como zonas de alta intervención van a poseer más actividad humana.

En la metodología de Cole y Stankey esas zonas se denominan “clases de oportunidad” mientras que en la del SINAC son “zonas de manejo”. En este TFG la forma de crear y clasificar zonas fue diferente; debido a que se el interés de la zonificación es localizar los sitios con mayor potencial para ubicar los EFM ecológicos y EFM productivos, la forma de categorización escogida fue por medio del tipo de SE con los que se podían asociar. Los SE's de regulación se consideraron con una intervención baja por ser aptos para la conservación ecológica, los culturales con una intervención media porque se pueden encontrar favoreciendo la conservación ecológica y las actividades productivas a la vez, los de abastecimiento con una intervención alta porque tienden a contribuir con actividades productivas en mayor medida. De esta manera los EFM con más cantidad de un determinado SE tuvieron un grado de intervención, alto, medio o bajo. Posteriormente en el tercer capítulo se planeó la zonificación por medio de la creación de sitios delimitados espacialmente y que formaron límites entre las zonas (comunidades del CoBAS) en los que los EFM quedaban automáticamente dentro y esa categorización de los SE's ayudó a identificar mejor si la zona se encontraba con mayor conservación ecológica, producción o una combinación de ambas.

Metodología

Para este capítulo se obtuvieron datos producto de entrevistas a actores clave y a población del CoBAS; además, se recopilaron fuentes secundarias obtenidas de bases de datos del Sistema de Bibliotecas, documentación e Información (SIBDI) de la Universidad de Costa Rica, o bien suministradas por entidades relacionadas con el CoBAS, entre estas El Refugio de Aves Los Cusingos y el Centro de Investigación Observatorio del Desarrollo (CIOdD).

Mapeo de actores clave

Considerando que el mapeo de actores es una práctica útil para la toma de decisiones respecto a estrategias relacionadas con los actores sociales (SINAC, 2018b), se contactaron a actores clave para adquirir datos actualizados sobre la percepción de los SE's en el CoBAS, ya que una investigación de SE's debe ser inspirada en los usuarios y de utilidad para los estos (Cowling et al., 2008 citado en Palomo et al., 2013). Como parte de fuentes de información al respecto, se utilizó la lista de mapeo de actores del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 (SINAC, 2018b) (Anexo 1) y también se aplicó el muestreo de bola de nieve. Se aplicó ese muestreo por que se necesitaba que los datos recopilados fueran como mínimo de personas que han vivido en el CoBAS la mayor parte de su vida, y se han involucrado en actividades que implican la manipulación de los recursos naturales del CoBAS, por lo tanto, existía una amplia cantidad de personas que contaban con los requisitos para ser actores clave de este TFG.

Lo que se buscó conseguir de los actores clave, fue su percepción sobre los SE's más importantes por su beneficio a la sociedad y la tendencia de esos servicios, así como su percepción sobre la localización de los SE's, su asociación con el correspondiente uso de la tierra y el escenario futuro común para el CoBAS. Parte de esta metodología fue utilizada por Palomo et al. (2013).

Debido a las restricciones por la pandemia de COVID-19 que provocaron inconvenientes de movilidad y la lejanía del CoBAS (ubicado aproximadamente por vía terrestre a 150 km de la ciudad de San José), principalmente se recurrieron a medios digitales para el contacto con los actores clave. Los medios de comunicación utilizados incluyen Facebook, Messenger, WhatsApp, correo y vía telefónica. Utilizando esos medios de comunicación, de una lista inicial de 21 actores clave se lograron contactar a 13 actores, nueve de los cuales fueron visitados personalmente y los otros cuatro respondieron un cuestionario elaborado en Google Forms (Anexo 2). Los actores clave contactados habitan principalmente en las comunidades de Quizarrá, Santa Elena y Montecarlo. Figuran entre los actores clave con los que se logró una comunicación personal, líderes de Asociaciones de Desarrollo Integral, integrantes de grupos de mujeres, agricultores y representantes de instituciones educativas como es el caso de la Universidad de York.

Las comunidades de Quizarrá y Santa Elena presentan la mayor cantidad de viviendas, mayor accesibilidad vial, con una mejor y amplia conexión a telecomunicaciones y que mejor organizadas están a nivel comunal según perspectivas propias de la población y de las otras comunidades. Los puntos anteriormente mencionados lograron facilitar la labor de campo y el contacto de actores clave en el CoBAS.

Contexto Socioecológico del CoBAS

Como primer paso de la metodología de LCA se describió el problema del sistema socioecológico en cuanto a oportunidades y debilidades utilizando información documental almacenada en bases de datos de bibliotecas, internet entre otros. Las oportunidades y debilidades se dividieron en tres dimensiones: ecológicas, socioeconómicas y culturales y de gestión. Se realizó de esa manera porque anteriormente se ha efectuado de esa forma para la efectividad de manejo de corredores biológicos (Canet-Desanti et al., 2011 y SINAC, 2017) y el CoBAS directamente (Canet-Desanti, 2021 y SINAC, 2018b).

Se tomó como referencia la investigación Canet-Desanti del 2021, denominada: “Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los Corredores Biológicos de Costa Rica”, en la que se identificaron las fortalezas y debilidades de los corredores biológicos (incluido el CoBAS).

Es importante definir el concepto de estándar formulado por Canet-Desanti et al. (2011), ya que se utilizó en la gestión del CoBAS y no entenderlo en su totalidad para posteriormente unificarlo en los planes de gestión, podría generar que la gestión no cumpla en su satisfactoriamente con su función. Un estándar es básicamente un sistema jerárquico que subdivide nivel por nivel, un objetivo o meta superior en parámetros que pueden ser monitoreados y evaluados. Por su parte, la meta superior representa el fin último del manejo de los recursos naturales y enmarca los beneficios esperados en las diferentes dimensiones con las que se va a trabajar (ecológica, socioeconómica, gestión, entre otros). Para llegar a esta meta, es necesario subdividirla en parámetros, los cuales son: principios, criterios e indicadores. Cada uno de ellos tiene una función específica dentro del esquema y en conjunto deben de cubrir por completo la meta superior (Canet-Desanti et al., 2011 y Morán et ál. 2005 citado en Canet-Desanti, 2021).

Aun así, puede que a los gestores del CoBAS se les haya dificultado integrar el estándar en su planes de gestión debido a que a pesar de la importancia de los resultados de la evaluación de la gestión incluida en el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 para este TFG, se desconoce si los indicadores se basaron en la “Herramienta para medir la efectividad de la gestión de Corredores Biológicos” (SINAC, 2017), aunque es muy probable que así fuera ya que la dimensión ecológica y la dimensión de gestión y gobernanza sí coinciden en nombre e identificador, sólo la dimensión socioeconómica y cultural no coinciden en nombre. Debido a lo anterior se describieron esos indicadores tomando como referencia lo que plantea la herramienta del SINAC.

La selección de los indicadores realizada en la gestión del CoBAS, se consideró como importante en este TFG, para describir las oportunidades y debilidades de la gestión del

Sistema Socioecológico del CoBAS. Asegurarse de realizar un planteamiento claro que minimice las dudas de cómo integrar un paso con otro proporciona una gestión adaptativa de calidad.

Además, se realizó un diagrama del sistema socioecológico del CoBAS, en el que se aprecia el problema de zonificación actual debido a que se consideró que los elementos que integran son importantes para entender el contexto del CoBAS. Para el diagrama, se utilizaron dos procedimientos: 1) el marco de los sistemas socioecológicos de McGinnis & Ostrom (2014) citado en Arias-Arévalo & Pacheco-Valdés (2023) y 2) conceptos y relaciones clave para la gestión ambiental “moderna” tomado de Martín-López et al. (2009).

Mapa Usos de la Tierra

Como insumo para la zonificación se elaboró un mapa de Usos de la Tierra que por lo general se utiliza en los procesos de zonificación, como por ejemplo en el Proyecto Osa del 2008 para áreas que poseen un nivel de uso o intervención (Arguedas, 2010).

Para el mapa de usos se utilizó una imagen satelital multibanda (incluye las bandas espectrales del azul, verde, rojo e infrarrojo cercano) con una resolución espacial aproximada de nueve metros cuadrados por pixel (Planet Team, 2017). La imagen data del 29 de marzo de 2021 y cubre la totalidad del CoBAS. Anteriormente Acuña et al. (2017) realizaron mapas de usos de la tierra del CoBAS para los años 2005, 2012 y 2016. Con la finalidad de obtener y utilizar insumos actualizados, se decidió realizar un nuevo mapa de usos de la tierra, el cual contiene categorías de uso con su información detallada la cual se ajusta a las recomendaciones realizadas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con respecto a la actualización de mapas de tipos de uso del CoBAS.

Para la generación de información cartográfica se utilizaron softwares de información geográfica: QGIS 3.18 “Zürich”, siendo este un software libre, de código abierto. Además, se empleó el software de análisis espacial ArcGIS (versión 10.5) con licencia educativa provista por la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica. En complemento con

lo anterior, se utilizaron las capas de los límites del CoBAS establecidos en el proyecto “Construcción de la conectividad ecológica y el bienestar humano en el Corredor Biológico Alexander Skutch: herramientas para los Sistemas Socioecológicos” o “Corredor Virtual”, capas vectoriales de uso público proveídas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el SINAC.

Con el insumo base, se realizó la fotointerpretación de la imagen satelital del sitio de estudio. Para la definición de los usos, se utilizó la metodología aplicada en el proyecto Ecomapas del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Esta metodología se basa en una Evaluación Ecológica Rápida (EER) para poder adquirir, analizar y manejar información ecológica de una manera eficiente y eficaz en un corto lapso de tiempo y a bajo costo (Sayre et al. 2000 citado por INBio, 2005). La metodología implementada por el INBio define claves para la identificación y clasificación, los cuales, además de abarcar ecosistemas y su vegetación, son de utilidad para identificar cultivos agrícolas en complemento con revisión de literatura, mapas existentes y reconocimiento en campo. Al ser uno de los investigadores principales de este TFG oriundo de la zona por más de 18 años, la labor de reconocimiento en campo se facilitó considerablemente.

A partir de la aplicación de la EER, las claves asignadas corresponden a coberturas determinadas y estas a su vez se asocian con un Uso de la Tierra específico (Cuadro 4). Al poseer la EER una extensa codificación, se incluyeron únicamente las coberturas identificadas en el CoBAS.

Cuadro 4. Claves de cobertura y Usos de la Tierra asociados. Modificado de INBio, 2005.

Código	Cobertura	Nombre común	Uso de la Tierra
0*	Bosque de Galería	Bosque de Galería	Protección de ríos: Ley Forestal
1	Bosque denso	Bosque	Bosque Forestal
2	Bosque ralo		
4	Matorral	Charral	Reforestación
6	Matorral Arbolado	Tacotal	
3	Herbazal Arbolado	Potrero arbolado	Ganadería
7	Herbazal Denso	Potrero	
8	Herbazal Ralo	Potrero ralo	
9	Herbazal Arbustivo	Potrero arbustivo	
10cd	Terreno Descubierta	Tierra yerma	Uso no definido
12	Infraestructura	Infraestructura	Urbano
1o	Plantación Forestal	Forestal	Plantación Forestal
4c	Plantación de Café sin Sombra	Cafetal	Agrícola (café)
6c	Plantación de Café con Sombra		
7w	Cultivo de Caña	Cañal	Agrícola (caña de azúcar)
7b	Cultivo de Piña	Piñal	Agrícola (piña)
1cp	Plantación de Mamón Chino	Mamón chino	Agrícola (otros cultivos)
1e	Plantación de Palma de Aceite	Palmar	
1m	Plantación de Cacao	Cacaotal	
7bp	Plantación de Papaya	Papayal	
7bs	Cultivo de Chile Dulce	Chile dulce	
7g	Cultivo de Banano	Bananal	
7z	Cultivo Agrícola	Cultivo agrícola	

*La cobertura “Bosque de Galería” (código cero) no existe en la EER y es exclusiva de este trabajo.

La aplicación de metodología basada en una EER generó detalles relevantes respecto a la extensión y tipos de usos identificados (ej.: cultivos agrícolas, ganadería, plantación/cultivo forestal para explotación maderera). Para el CoBAS se determinaron once categorías de Usos de la Tierra (ordenados de mayor a menor extensión) las cuales se describen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Categorías de Usos de la Tierra determinas para el CoBAS.

Bosque forestal	Ganadería	Regeneración
Ecosistema nativo o autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de dos o más hectáreas (...) que cubren más del 70% de esa superficie y donde existan más de sesenta árboles por hectárea (Asamblea Legislativa, 1996).	En el CoBAS predomina la ganadería extensiva, la cual se basa en el aprovechamiento a diente (aprovechamiento de un terreno mediante pastoreo) de los pastos procedentes de prados, pastizales, hierbas y rastrojos (RAE, 2022)	Se distinguen dos tipos de coberturas afines a esta categoría de uso: charrales y tacotales. Ambas coberturas hacen alusión a terrenos en estados iniciales de regeneración, donde especies pioneras como hierbas y arbustos colonizan estos terrenos (Acuña et. al., 2017).
Bosque de Galería	Agrícola (café)	Uso Urbano
Franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado (Asamblea Legislativa, 1996).	Se distinguen dos tipos de coberturas: café con y sin sombra. Al tratarse de coberturas que comparten la misma actividad productiva, se designó a una categoría específica de Uso de la Tierra para diferenciarlo de otros cultivos agrícolas.	Son espacios en los que se localizan las edificaciones, (viviendas), así como otros servicios, tales como escuelas, centros de salud, abastecedores, comercios (Acuña et. al, 2017).
Agrícola (caña de azúcar)	Agrícola (piña)	Plantación Forestal
Familia de las gramíneas, género <i>Saccharum</i> . Predomina la <i>S. officinarum</i> como productora de azúcar (MAG, 1991).	<i>Ananas comosus</i> : es una monocotiledónea, herbácea y perenne, de forma cilíndrica o piramidal (MAG, 1991).	Terreno de una o más hectáreas, cultivado de una o más especies forestales cuyo objetivo principal será la producción de madera (Asamblea Legislativa, 1996).

Uso no definido	Agrícola (otros cultivos)
Espacios desprovistos de cobertura vegetal, sin uso aparente, destinados para alguna actividad agrícola o en preparación para una futura infraestructura habitacional, institucional, comercial o agrícola.	Corresponde a producción agrícola a baja escala, cuantificada y comprobada en el sitio de estudio mediante trabajo de campo. Las parcelas son utilizadas para la producción de cacao, banano, yuca, mamón chino, frutales, chile dulce y palma de aceite.

Selección y georreferenciación de los SE's más importantes por su beneficio a la sociedad del CoBAS con actores clave

Se realizó un estudio de los SE's más importantes por su beneficio a la sociedad, para posteriormente incluirlos dentro de los indicadores de cada EFM siguiendo el paso tres de la metodología de LCA: Seleccionar indicadores de condición de los valores naturales y sociales (EFM en este trabajo). Se utilizó una lista de veinticinco SE's de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2003), estos fueron agregados a la primera entrevista con los actores clave (Anexo 3). El esquema de SE's de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio fue utilizada en el Plan de Gestión del CoBAS (2018b), en este se menciona que para la elección de los SE's se hizo una aproximación de los SE's más importantes, basado en observación y búsqueda documental. Algunos de los SE's del Plan de Gestión del CoBAS quedaron excluidos de este TFG porque se dio prioridad al proceso de zonificación desde la selección de los SE's y EFM ya que son parte fundamental para este trabajo y se consideró necesario que estuviera claro.

El ejercicio metodológico del mapeo de SE's para el CoBAS se diseñó con base en dos fuentes de información: una de ellas fue Palomo et al. (2013) donde se llevó a cabo un taller de mapeo participativo de SE's con actores clave y la otra fue Palomo, Martín-López, et al. (2011) donde se realizó una entrevista con cuatro imágenes que representan escenarios futuros deseados para el sitio en estudio. Así mismo, y dadas las restricciones de la pandemia de Covid-19 las cuales impidieron realizar un taller de mapeo participativo, el mapeo de SE's fue estructurado en dos partes: en la primera parte del mapeo participativo fueron abordados

de manera individual varios actores clave del CoBAS que identificaron los SE's más importantes del sitio de estudio. La segunda parte consistió en entrevistas a la población, en las cuales se definieron los SE's con mayor detalle.

Con respecto a la primera parte, se visitaron personalmente nueve actores clave del 12 al 14 de agosto del 2021 y del 20 al 22 de enero del 2022. Primeramente, se les solicitó seleccionar de una lista de SE's con sus respectivas definiciones, los SE's que percibían como los más importantes del CoBAS y la tendencia de estos. Seguidamente se realizó una actividad de mapeo participativo con una maqueta (Figuras 7 y 8), en la cual, cada actor mediante tres tipos de fichas identificó, otorgó una ubicación aproximada de servicios ecosistémicos más importantes (primer tipo de fichas) del CoBAS y tendencia o estado de los mismos (segundo tipo de fichas con los símbolos de “más” (+), “menos” (-) e “igual” (=)). Como paso siguiente, se le solicitó a cada actor clave los tipos y ubicación de Usos de la Tierra del CoBAS (tercer tipo de fichas: ríos, ganadería, agricultura, áreas silvestres, regeneración forestal, bosque e infraestructura). Considerando toda la información obtenida mediante la actividad participativa, se solicitó señalar la tendencia de los usos de tierra y los servicios ecosistémicos de mayor ajuste a cada uso seleccionado por los actores clave. Los usos de la tierra y servicios ecosistémicos seleccionados se tomaron en cuenta para la definición de los EFM productivos.

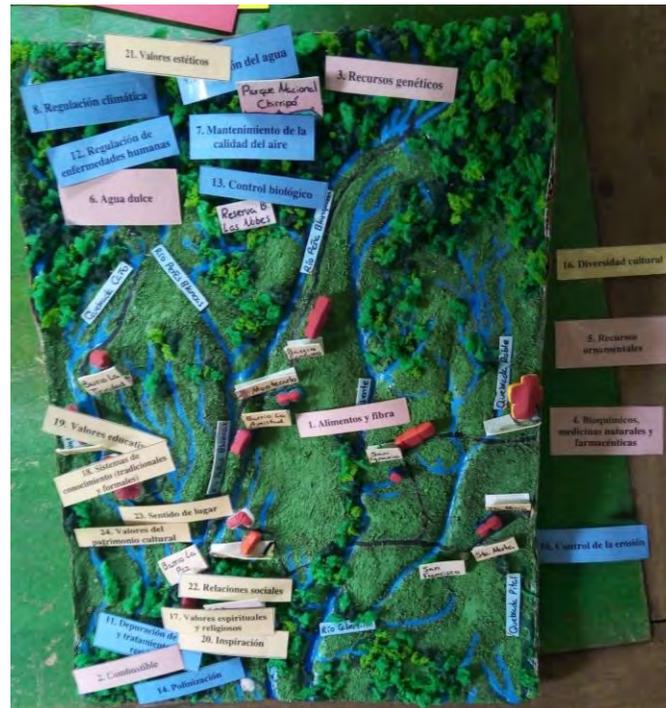


Figura 7. Fotografía de la maqueta del CoBAS utilizada con los SE's que escogió y localizó un actor clave. Elaboración propia.



Figura 8. Fotografía realizando la actividad de mapeo participativo con un actor clave. Elaboración propia.

La metodología de esta actividad fue diferente para los actores que la resolvieron vía digital. A estos se les envió un enlace a un formulario de Google donde se les pidió que escogieran los SE's más importantes del CoBAS por tipo (abastecimiento, regulación, culturales) e inmediatamente que escogieran la tendencia de esos SE's, además, con el propósito de que pudieran realizar la actividad del mapeo participativo de SE's, se le envió un enlace a un mapa de la aplicación Padlet junto con una guía de instrucciones. Sobre el mapeo participativo realizado digitalmente no se recibió respuesta de ningún actor clave.

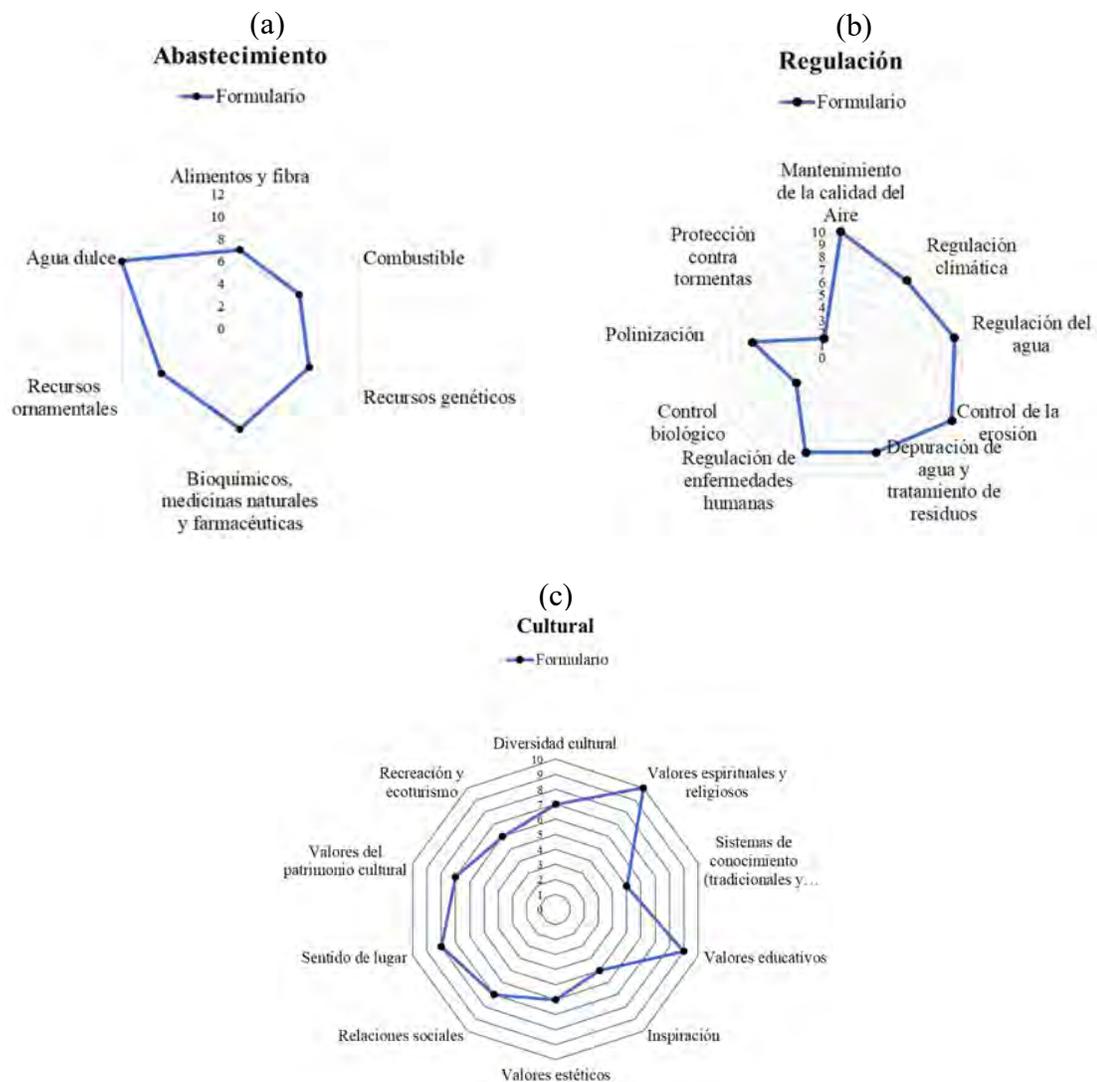
Por último, a todos los actores clave se les presentaron imágenes de cuatro escenarios futuros para el CoBAS (Anexo 4), y se les pidió que escogieran el más deseado para ellos, esto con el fin de crear un objetivo general para la zonificación propuesta en este trabajo. A diferencia de las predicciones y modelos, los escenarios exploran la incertidumbre de futuros eventos y, por lo tanto, las decisiones basadas en escenarios proporcionan una mayor resistencia a la sorpresa (Palomo et al., 2011).

Durante la realización de la actividad con los actores clave, se percibió a nivel general que se sentían identificados, ubicados y algunos emocionados con la maqueta del CoBAS realizada. Al final se logró cumplir con la recolección de los datos necesarios en cada caso. Sin embargo, en algunos casos se dieron ausencias de información física porque hubo actores que se sintieron incapaces de contar con la información o creían que la actividad iba a ser más complicada, pero de todas formas ya fuera con maqueta o conversando se logró obtener una generalidad de su percepción real por medio de apuntes durante la actividad con la maqueta.

Con el objetivo de agregar SE's como parte de la medición de los indicadores, se decidió escoger una cantidad simbólica de cada tipo de SE. Lo anterior para maximizar la eficiencia de la investigación al basarse solo en los primeros tres SE's más importantes de cada tipo, escogidos por los actores clave, y evitar alargar el tiempo de la investigación con el estudio de cada SE por separado. Para lo anterior, se tomaron en cuenta sólo los resultados del formulario realizado a los actores clave. De la categoría de abastecimiento los tres SE's

más seleccionados fueron: 1) bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas, 2) recursos ornamentales y 3) agua dulce; los SE's de regulación fueron: 1) mantenimiento de la calidad del aire, 2) regulación del agua y 3) control de la erosión; y los SE's culturales fueron: 1) valores espirituales y religiosos, 2) valores educativos y 3) sentido de lugar (Gráfico 1).

Gráfico 1. Importancia de cada SE según la cantidad de veces que fue seleccionado por cada actor clave en el formulario: (a) = Servicios Ecosistémicos de Abastecimiento. (b) = Servicios Ecosistémicos de Regulación. (c) = Servicios Ecosistémicos Culturales. Elaboración propia.



Selección de la muestra de población

Para la definición del tamaño de la muestra de la población se utilizaron la cantidad de viviendas existentes en las comunidades ubicadas dentro del CoBAS (siendo este el dato conocido) con el fin de entrevistar al menos a una persona por vivienda (Cuadro 6). Para ello, se utilizó la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y en específico las UGM, siendo estas las “unidades la división territorial mínima del país, desarrollada exclusivamente para fines estadísticos (...) constituida por un grupo de viviendas, edificios, predios, lotes o terrenos” (INEC, 2011, p. 23). Además, las UGM se emplearon para definir los límites entre comunidades en complemento con elementos físicos (cursos fluviales, divisoria de aguas, caminos) y percepción de la población local sobre lo que consideraban el límite entre una comunidad y otra. Con la información del total de viviendas, se definió el tamaño necesario realizando el cálculo de muestra para una población finita o conocida (Bolaños, 2012) contemplando un nivel de confianza de al menos 85% en la definición total del tamaño de muestra. El cálculo realizado se explica mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

n = tamaño de muestra. N = Tamaño de población/dato conocido = 926 viviendas

Z_{α}^2 = valor correspondiente a la distribución de gauss: $Z_{\alpha} = 0,05 = 1,96$

Prevalencia esperada del parámetro a evaluar. Porcentaje de éxito (p) = 70% o 0,7. Porcentaje de fracaso (q) = $1 - p = 1 - 0,7 = 0,3 / 30\%$.

i^2 = error previsto: 15% = 0,15

Al conocerse el tamaño total de la muestra, lo siguiente a determinar fue la cantidad de entrevistas a realizar por comunidad. Para ello, se crearon estratos, uno por cada

comunidad, generando así un muestreo estratificado al azar. El número de elementos por estrato se determinó utilizando el total de viviendas de cada comunidad según UGM y definición de límites anteriormente explicados. Para estimar la muestra de viviendas por comunidad, se empleó la siguiente fórmula de manera que se estableciera una cifra proporcional para un muestreo estratificado al azar (Hernández, 2014):

$$n_i = (N_h / N) \cdot n$$

n_i = tamaño de muestreo a realizar por estrato. Los estratos vienen siendo las comunidades que conforman el CoBAS.

N_h = elementos totales del estrato (viviendas de cada comunidad en el CoBAS).

N = sumatoria de todos los estratos (total de viviendas en el CoBAS: 926).

n = tamaño total de la muestra.

Además de calcular el “tamaño de muestra” total, la aplicación de una estratificación por afijación proporcional tuvo como finalidad que cada una de las siete comunidades que conforman el CoBAS tuviesen representatividad acorde a la cantidad (en este caso de viviendas) que existen total o parcialmente dentro del corredor biológico. Otra razón por la cual se consideró la aplicación de dos tipos de muestreo probabilístico en el sitio de estudio fue para lograr mayor facilidad logística para la obtención de información en campo. Como dato aclaratorio, las dificultades de la pandemia de COVID-19 provocaron una disminución considerable en las salidas a campo previstas. En consecuencia, se realizaron modificaciones *in situ* en la cantidad de entrevistas realizadas por comunidad. Se logró mantener el total de muestra, no obstante, algunas comunidades como Quizarrá y Santa Elena presentaron cambios considerables en la cantidad de entrevistas realizadas.

Cuadro 6. Entrevistas realizadas (ordenadas por cantidad) para cada comunidad. Elaboración propia.

Comunidades	Muestra por comunidad (estimación)	Entrevistas realizadas
Santa Elena	15	6
Quizarrá	6	10
Montecarlo	4	6
San Francisco	4	6
San Ignacio	2	2
Santa Marta	2	3
Santa María	1	2
Total de entrevistas	34	35

Entrevista a la población del CoBAS

Con respecto a la segunda parte del mapeo participativo de SE's, el 22 y 23 de enero y el 29 y 30 de abril del 2022, se realizaron entrevistas a la población del CoBAS con el propósito de obtener información más detallada sobre los SE's más importantes en cada una de las siete comunidades. Más puntualmente se lograron identificar los sitios en los cuales cada SE presentó un aumento, disminución o se ha mantenido igual (sin cambios perceptibles) en el tiempo y también el escenario deseado para el CoBAS a quince años (esto último se realizó de igual forma que en el caso descrito para los actores clave). Con ese propósito se realizó una entrevista (Anexo 5) a la que se le agregó la imagen de los escenarios para el CoBAS (Anexo 4) y un mapa mudo del CoBAS. Este último elemento se empleó en formato físico (impreso) el cual fue preparado para ser utilizado como una pizarra que los entrevistados podían señalar y marcar sitios a modo mapeo participativo (Figura 9).

En algunos casos los entrevistados no marcaron lugares en el mapa mudo. Para solventar esta situación y dar fluidez a la dinámica, conforme se obtenían las respuestas y se

ubicaban los sitios descritos por los entrevistados, uno de los investigadores marcaba en el mapa mudo los lugares señalados por la persona entrevistada, junto con las etiquetas de tendencia de cada SE. La forma de marcar los sitios en el mapa fue por medio de flechas (arriba ↑ = aprovisionamiento, abajo ↓ = debilitamiento) y un signo de igual (= oportunidad).

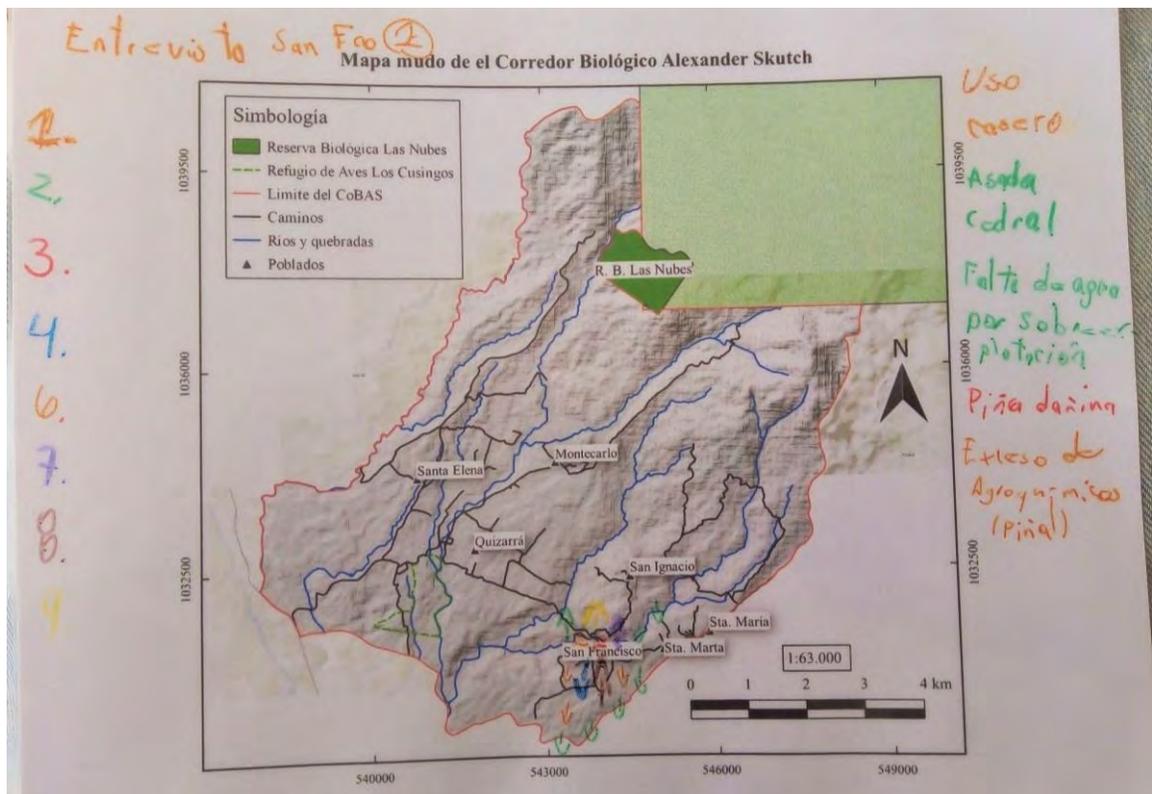


Figura 9. Fotografía de mapa mudo con apuntes y símbolos obtenidos de un entrevistado. Elaboración propia.

Debido a que en la primera parte del mapeo participativo se presentaron contratiempos que imposibilitaron la participación de actores clave de San Francisco, Santa María, Santa Marta y San Ignacio, se otorgó mayor prioridad en las comunidades mencionadas durante la realización de entrevistas a la población (segunda parte del mapeo participativo) logrando de esta manera solventar los vacíos de información.

Definición de los elementos focales de manejo y asignación de servicios ecosistémicos

Se mapeó el sitio que engloban Elementos Focales de Manejo (EFM) seleccionados para poder tener un contexto más claro de medios de vida rurales y condición ecológica. Los EFM seleccionados parten de la definición que la Alianza para las Medidas de la Conservación le da a un EFM (2013, p.48): un EFM o también llamado objeto de biodiversidad, es un elemento de la biodiversidad en un sitio del proyecto, que podría ser una especie, hábitat/sistema ecológico o proceso ecológico que un proyecto ha seleccionado como foco del proyecto. Todos los objetos en un sitio particular, deberían colectivamente representar la biodiversidad de interés del sitio.

Por otro lado, los EFM son definidos por el SINAC (2014) como todos los elementos de la biodiversidad, valores culturales y socioeconómicos del ASP que merecen la atención de los esfuerzos de conservación. Estos pueden ser desde un ecosistema a escala paisajística o unos grupos de especies importantes para la funcionalidad del ecosistema, hasta los elementos de carácter cultural, tanto tangibles como intangibles.

Para este TFG se seleccionaron EFM ecológicos y productivos. Los EFM ecológicos seleccionados se obtuvieron del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 (SINAC, 2018b) los cuales son: la Subcuenca del Río Peñas Blancas, las especies endémicas de orquídeas, anfibios endémicos y aves endémicas. Se consideró necesario incorporar en la zonificación a los EFM ecológicos porque son elementos clave para mantener la conservación y conectividad del CoBAS previamente definidos dentro de su gestión.

Se consideró necesario aparte de los EFM ecológicos incluir EFM productivos por tomar en cuenta que desde antes de la creación del CoBAS las actividades productivas ya habían formado parte de ese territorio, la población ha creado un arraigo al corredor que incluye actividades productivas y sería beneficioso localizar sitios donde las actividades productivas se puedan dar manteniendo un grado de sostenibilidad acorde con el corredor. Los EFM productivos escogidos son: agricultura de café, agricultura de caña de azúcar,

ganadería, infraestructura y negocios. Para los EFM productivos se aprovechó la información espacial obtenida en el mapeo de usos de la tierra (parte de la actividad con los actores clave donde tenían que ubicarlos en la maqueta) e información CIOdD referente a los negocios del CoBAS.

El cultivo de piña no se consideró dentro de los EFM productivos por diferentes razones:

- Extensión del cultivo en cuestión; abarca menos del 1,88% (aproximadamente 113 hectáreas) de la extensión del sitio de estudio.
- Al no encontrarse dentro de las Rutas de Conectividad definidas en Plan de Gestión del CoBAS y por otros autores (Vargas, 2019 y Vargas, 2021), la inclusión del cultivo de piña resultó tener menor peso que otras actividades agrícolas como el café y la caña de azúcar, las cuales si provocan afectación a las Rutas de Conectividad.
- Como tercera razón se consideró la situación del cultivo de piña en el CoBAS, ya que no se trata de una producción a baja escala, sino una explotación agrícola de la transnacional Del Monte a través de la subsidiaria *Pineapple Development Corporation* (PINDECO). En contraparte, el resto de actividades productivas en el CoBAS poseen características particulares (producción a baja escala o por medio asociaciones), además de que existe interés de propietarios en adaptar sus producciones agropecuarias para hacerlas sostenibles.
- Como cuarta y última razón, se descartó la inclusión de la agricultura de piña como EFM productivo debido a que, durante la actividad participativa con actores clave, estos no identificaron zonas agrícolas dedicadas al cultivo de piña, o en su defecto, conocían de la actividad, pero no resultaba relevante para la población y productores locales, además de la nula cooperación de la transnacional.

Resultados

Oportunidades y debilidades de gestión del sistema socioecológico del CoBAS

En este primer apartado, se describen los resultados de la gestión en el CoBAS tomando en cuenta cómo fue planificada. El Plan de Gestión del CoBAS del 2018 es el más reciente y sí posee indicadores para cada estrategia que son los planteados en la “*Herramienta de medición de la efectividad de manejo de corredores biológicos*”. Esa herramienta plantea y divide indicadores en tres dimensiones: 1) la ecológica, 2) la de gestión y gobernanza y 3) la socioeconómica y cultural. Para el CoBAS, en la dimensión ecológica, se consideró un indicador de un total de cinco, de la de gestión y gobernanza cinco de nueve, de la dimensión socioeconómica y cultural cuatro de seis. Sin embargo, en los resultados de la gestión del CoBAS que se plantearon en el Plan de Gestión del CoBAS del 2018, se consideraron más indicadores de la Herramienta de medición, haciendo que algunos de ellos no se encuentren asociados a estrategias claras realmente. Además, para la dimensión socioeconómica y cultural se escogieron unos indicadores que no corresponden con los de esa dimensión en la herramienta de medición, lo que podría ser un problema a la hora de medir la efectividad de manejo del CoBAS (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de la gestión incluidos en el Plan de Gestión del CoBAS del 2018. SINAC, 2018b, p.8.

Identificador	Dimensión ecológica	Resultado/Valor	Escala de medición
E1	Cobertura Natural	Bosque maduro: 1,655,24 ha Bosque secundario: 844,80 41,59%: 5	0 - 10
E2	Índice de Biodiversidad	0,42: 5	0 - 10
E3	Índice de Resistencia	400: 7	0 - 10
E4	Análisis de Fragmentos	0,009: 10	0 - 10
E5	Población de la especie EFM	0	0 - 10
Dimensión de Gestión y Gobernanza			
G1	Oficialización del corredor biológico por el SINAC	3	0 - 10
G2	Manejo adecuado del expediente	7	0 - 10
G3	Presencia de actores primarios	0	0 - 10
G4	Constancia de las reuniones	4	0 - 10
G5	Cumplimiento de los acuerdos	4	0 - 10
G6	Calidad del Plan de Gestión del corredor biológico	3	0 - 10
G7	Implementación del Plan de Gestión	6	0 - 10
G8	Articulación con otros sectores	5	0 - 10
G9	Financiamiento del Plan de Gestión	4	0 - 10
Dimensión Socioeconómica y Cultural			
S1	Charlas de incendios forestales	4	0 - 10
S2	Monitoreo con cámaras trampa	10	0 - 10
S3	Rotulación en sitios estratégicos	NR	0 - 10
S4	Sistemas agroforestales	2	0 - 10

Otra evaluación de indicadores para el CoBAS se realizó en la investigación denominada “*Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los Corredores Biológicos de Costa Rica*” (Canet-Desanti, 2021). Al igual que la información anterior aporta datos importantes para entender las tres dimensiones del CoBAS. Este documento agrega explicaciones de las calificaciones obtenidas, así como recomendaciones. Sin embargo, para algunos criterios no se describió puntualmente la calificación. El promedio general de la efectividad de manejo del CoBAS fue de 54. La dimensión de gestión fue la que mostró un mayor desempeño, con un 71; seguida por la socioeconómica con 55. Por su parte, la dimensión ecológica obtuvo una calificación deficiente con un 37 (Anexo 6). La falta de información repercutió en el promedio general del CoBAS más que todo para la dimensión ecológica, lo cual concuerda con la calificación de cero que recibió el indicador de la población de la especie EFM del Cuadro 7.

El corredor cuenta con un inventario de actores, pero es necesario actualizarlo y clasificarlo según el tipo y grado de involucramiento. Este punto es muy importante, ya que le permite al corredor conocer con cuáles de los actores, que se encuentran en su territorio, se pueden coordinar esfuerzos para alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad, identificar los sectores más relevantes e incluir a representantes de estos sectores dentro de la Comisión Local. Es deseable incluir a las ASADAS y las Asociaciones de Desarrollo. Esto permitirá construir una estrategia participativa e incluyente que responda a los intereses y demandas de los usuarios del corredor (Canet-Desanti, 2021).

Debilidades y oportunidades socioeconómicas y culturales del sistema socioecológico del CoBAS

La mayoría de los caminos entre comunidades son de lastre y no tienen un adecuado mantenimiento. Existen esfuerzos esporádicos de vecinos para arreglar en cierta forma el estado de estos caminos, pero no existe un responsable directo. Por otro lado, los únicos espacios de recreación para los habitantes son las plazas deportivas (Guilcapi, 2013).

En las salidas a campo efectuadas entre 2021 y 2022, se lograron constatar mejoras en la Ruta Nacional 326 (asfaltado, señalización vertical, construcción de cunetas revestidas y estabilización del terreno en tramos específicos) la cual atraviesa el corredor biológico de este a oeste y conecta directamente cuatro de las siete comunidades que conforman el CoBAS. Esto en el corto plazo puede generar oportunidades para las comunidades que conforman el corredor biológico, abaratando los costes y tiempos en el transporte de mercancías y productos agrícolas, además que las facilidades de acceso pueden convertirse en un potencial para la llegada de turistas, crecimiento demográfico e inmobiliario y creación de emprendimientos.

De acuerdo con Guilcapi (2013), en el CoBAS no existía una infraestructura para la recolección de basura. Sumado a esto, el mal estado de los caminos figura como principal inconveniente para contar con un servicio continuo de recolección. Otra parte de la población quema la basura, ya sea porque se niega a pagar por el servicio de recolección o porque este no llega.

En años recientes se han realizado labores de recolección de desechos en las principales calles dentro del CoBAS, además de campañas de reciclaje (llamadas Trueque verde) organizadas por la Municipalidad de Pérez Zeledón, la Universidad de York, el Centro Científico Tropical, la Coalición de Educación Ambiental del Corredor Biológico Alexander Skutch (CEDUCACoBAS), la ASADA de Santa Elena y población voluntaria de las comunidades pertenecientes al CoBAS. En la campaña de reciclaje de 2021 se recolectaron 3,5 toneladas de material, además de 7730 tapas de botellas plásticas (Casita Azul, 2021). Por su parte en 2022 se realizaron más campañas de Trueque verde en los meses de marzo, julio y octubre, en las cuales se sumaron la Brigada de Monitoreo Biológico Alexander Skutch y el circuito 05 de la Dirección Regional de Educación de Pérez Zeledón (Casita Azul, 2022).

La población oriunda del corredor biológico presenta diferencias notables referentes a la seguridad y la sensación de felicidad que se vive en cada comunidad (Guilcapi, 2021,

p.11). Las salidas a campo en conjunto con las entrevistas realizadas a la población revelaron la escasa existencia de infraestructura (guardia rural abandonada y vandalizada en Quizarrá) y cuerpos policiales en las comunidades del CoBAS, además de la persistencia de problemas relacionados con robos, consumo y venta de drogas. Una debilidad así puede limitar la buena aplicación de una zonificación ya que se perjudica la convivencia vecinal, las iniciativas en busca del bienestar común de la población y la organización para llevar a cabo proyectos.

Entre los principales criterios sobre la contaminación, los cultivos de piña, café y caña son señalados como las actividades productivas más contaminantes. Resalta el cultivo de piña en las comunidades de Santa Marta y San Francisco, contiguas a una finca productora y donde casi la totalidad de la población encuestada la identificó como la principal fuente de contaminación. “Cuando hacen las aplicaciones, todo se llena de humo y no se puede ni respirar” fue una de las opiniones que evidenció este problema (Guilcapi, 2013). Otra de las actividades productivas relacionadas con la contaminación son las “chancheras”, donde la principal molestia de la población fue la presencia de malos olores. A pesar de estos inconvenientes, a nivel del corredor casi la mitad de la población estudiada califica a su comunidad como poco o medianamente contaminada (Guilcapi, 2013).

La cacería en el CoBAS disminuyó considerablemente a partir de 1975. Actualmente, la principal motivación para la caza es el deporte. La gente caza como una actividad social que se ve como una tradición transmitida de generación en generación. Los cazadores también disfrutan de la carne de animales silvestres, que se considera un manjar y se puede compartir en eventos sociales. Los animales salvajes, en particular las aves, se capturan para usarlos como mascotas. Tanto la carne de animales silvestres como las mascotas silvestres se venden a través de redes clandestinas. En el CoBAS, la gente caza principalmente venado cola blanca, paca, pecarí de collar, agutí y tapir y el ave conocida como solitario de cara negra (*Myadestes melanops*). El conflicto con la vida silvestre también puede llevar a las personas a matar animales salvajes que temen o creen que son responsables de matar a su ganado (Maguire, 2017).

Una debilidad es que los propietarios que se encuentran dentro de las rutas de conectividad, no están interesados en la realización de prácticas ambientales sostenibles en sus terrenos, esto según una investigación realizada por Vargas (2021). Por lo que se debe fomentar la participación activa del Comité Local para la búsqueda de soluciones ante el presente problema (Vargas, 2021).

El Festival Ambiental se ha realizado durante los últimos siete años en cada una de las comunidades, pero del estudio realizado por Guilcapi (2013) únicamente el 16% de la población estudiada por él lo recuerda como una actividad relacionada al CoBAS. Un 24% de las personas no recuerdan el nombre de la actividad, pero hacen referencia a su realización y un 22% desconoce de actividades ejecutadas en su comunidad.

En los últimos 4 años se han celebrado diversos festivales de índole ambiental, los cuales han tenido una mayor difusión en la población por medio de las redes sociales. Además de las campañas de reciclaje anteriormente mencionadas, se han realizado actividades como la Feria del Maíz Artesanal y Agropecuaria (Montecarlo: julio del 2019), la Feria Artesanal Quizarrá 2019 (Quizarrá: noviembre del 2019), el Festival de Aves Migratorias del Corredor Biológico Alexander Skutch (tercera edición: diciembre del 2019), la Siembra de Agua y Refugio para la Vida Silvestre (San Francisco: julio del 2021 y agosto del 2022), el Festival de Esferas de Barro (primera edición: septiembre del 2021; segunda edición: agosto 2022) y el décimo aniversario (Quizarrá; mayo del 2022) de la Expo CoBAS.

Anteriormente sólo un 5% de la población pertenecía a una organización que trabaja con el CoBAS, entre ellas: Comité de Conservación Forestal (**COCOFORREST actualmente ya no existe**), Asociación de Mujeres Activas del Corredor Biológico Alexander Skutch (AMACOBAS), Asociación de Turismo Rural y Ecología (TURECOBAS), ASOCUENCA y Refugio de Aves Los Cusingos (Guilcapi, 2013). Hoy día se ha incrementado la cantidad de organizaciones y entidades educativas involucradas en los festivales ambientales realizados en el CoBAS. Entre estas figuran: AMACOBAS, ASADA Santa Elena, AMUC, Refugio de Aves Los Cusingos (CCT), *York University* (SINAC, 2018), Alianza Nacional

Ríos y Cuencas de Costa Rica, Brigada de Monitoreo Biológico Alexander Skutch, CEDUCACoBAS y el Observatorio Ciudadanos del Agua. El CoBAS ha identificado los principales grupos locales, así como las acciones que estos realizan. Sin embargo, es necesario visibilizar aún más estos esfuerzos conjuntos (Canet-Desanti, 2021).

En relación a educación ambiental, desde la formación del COBAS, el consejo local en colaboración con otras instituciones de la zona, ha organizado siete festivales ambientales, uno en cada comunidad que conforma el corredor (Guilcapi, 2013). Ampliando sobre esto, en las visitas al sitio de estudio en complemento con las entrevistas a la población, actores clave y otras fuentes de información, se logró conocer sobre nuevos grupos, proyectos y organizaciones locales afines a la educación ambiental. La antigua biblioteca pública ubicada en la comunidad de Santa Elena (ahora llamada La Casita Azul), reabrió recientemente como parte de los objetivos de proyección social del *Proyecto de las Nubes*, patrocinado por la Universidad de York. La Casita Azul brinda acceso abierto a investigaciones, material temático, equipo de cómputo, imparte talleres y ha desarrollado relaciones significativas con organizaciones locales, regionales e internacionales, incluidos grupos educativos, de conservación y ambientales (Quesada, 2022).

De manera general, cada comunidad cuenta con servicio de electricidad, alumbrado público, telefonía fija (reciente en algunas comunidades), acueducto comunal, puesto de salud (excepto San Ignacio), escuela, iglesia, salón comunal, recibidores de café, plaza deportiva y pulperías (Guilcapi, 2013). Se comprobó mediante el trabajo de campo y entrevistas a la población sobre presencia de tres ASADAS o sistemas de acueducto comunal en el CoBAS: ASADA Santa Elena, que abastece a la comunidad de Santa Elena y el sector oeste de Quizarrá, ASADA Montecarlo, que abastece a la comunidad de Montecarlo y el sector norte de Quizarrá y la ASADA Distrito Cajón Pérez Zeledón, que abastece el sector sur de Quizarrá y las comunidades de San Francisco, San Ignacio, Santa Marta y Santa María.

Debido a que en cada comunidad existe una escuela, las distancias que recorren los estudiantes para asistir a clases son cortas. La calidad de la educación primaria y secundaria

en promedio alcanzó una calificación de 4 (en una escala de 1 a 5), equivalente a buena. Los jóvenes que asisten al Liceo de San Francisco de Cajón cuentan con servicio de autobús para estudiantes, así como aquellos que asisten al colegio nocturno en San Isidro de El General. La calidad del transporte público fue calificada como buena (Guilcapi, 2013). De acuerdo con la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP), existen dos rutas que brindan servicio de transporte público en el CoBAS: la Ruta 136 (San Isidro-Quizarrá) que ofrece servicio a las comunidades de Santa Elena, Quizarrá y Montecarlo, con una tarifa regular de 1410 colones (adulto mayor no paga tarifa). La segunda ruta corresponde al número 607 (San Isidro-San Francisco), la cual ofrece servicio a las comunidades de San Francisco, Santa Marta, Santa María y San Ignacio (no pasa directamente por esa comunidad). Tiene una tarifa regular de 1480 colones y tarifa para adulto mayor de 740 colones (ARESEP, 2022).

La existencia de petroglifos dentro del corredor es un tema de especial interés y punto importante a destacar, ya que en diferentes lugares estos vestigios se utilizan para el turismo, tal es el caso del refugio de aves Los Cusingos y el centro turístico Camino al Río (Guilcapi, 2013). La biodiversidad existente también genera oportunidades con potencial turístico y de promoción del CoBAS, tal es el caso de los conteos de aves, “una actividad en la que participan reconocidos ornitólogos, amantes de las aves y la comunidad en general” (Canet-Desanti, 2021, p.312).

En lo referente a producción agrícola, en el CoBAS se han organizado algunas capacitaciones a grupos locales en respuesta a la necesidad de mejorar las prácticas de producción y las capacidades individuales para hacer un mejor uso de los recursos naturales (Canet-Desanti, 2021). La Universidad de York ha contribuido a lo anterior, con el Fondo Fisher para la Conservación Neotropical el cual ha permitido gran cantidad de investigación y capacitación local, incluida la educación ambiental en escuelas, encuestas de ecoturismo y la recopilación de datos ecológicos y de biodiversidad (Rapson et al., 2012).

Con respecto a grupos de control y vigilancia, el corredor no cuenta con un grupo de COVIRENAS, debido a que el programa a nivel nacional no está funcionando. No obstante,

la comisión local está interesada en coordinar acciones más efectivas con el ACLAP/SINAC (Canet-Desanti, 2021, p.313).

Existen fincas que se encuentran bajo Pagos por Servicios Ambientales (PSA). “Se recomienda identificar otras áreas potenciales que estén dentro del corredor biológico e incentivar a sus propietarios para que sean incluidas ya que son importantes herramientas para promover la conservación de áreas boscosas que están en manos privadas” (Canet-Desanti, 2021).

Con base en el historial de PSA en el CoBAS (Cuadro 8) se han formalizado ocho contratos distribuidos en casi todas las comunidades del CoBAS. Esto demuestra el potencial e interés de propietarios en someter parcial o totalmente sus fincas a Pago por Servicios Ambientales.

Cuadro 8. Historial de PSA en el CoBAS. FONAFIFO, 2022. y elaboración propia

Contrato	Tipo de actividad	Área/árboles	Comunidad
SJ-02-22-0148-2013	Protección de bosque	76,9 hectáreas	Quizarrá
SJ-02-22-0095-2018	Protección de bosque	72,5 hectáreas	San Ignacio
SJ-02-23-0075-2019	Sistema agroforestal	810 árboles	Santa Elena
SJ-02-23-0088-2020	Sistema agroforestal	775 árboles	San Francisco
SJ-02-23-0172-2020	Sistema agroforestal	1000 árboles	Santa Elena
SJ-02-23-0173-2020	Sistema agroforestal	800 árboles	Santa Elena
SJ-02-22-20094-2020	Protección de bosque	16,1 hectáreas	Santa Elena
SJ-02-23-0168-2020	Sistema agroforestal	720 árboles	Santa María

Debilidades y oportunidades ecológicas del sistema socioecológico del CoBAS

En los resultados de la gestión del Plan de Gestión del CoBAS del 2018, se puede apreciar que hubo indicadores calificados con cero en una escala del 0 al 10, como lo fueron: la población de las especies que corresponde a los EFM y la presencia de actores primarios. Por otro lado, los más altos se calificaron con diez fueron: análisis de fragmentos y monitoreo con cámaras trampa (Cuadro 7). Lo de la población de especies de EFM se puede deber a que falta aportar investigación en torno al estado y distribución de las poblaciones endémicas de aves, anfibios y orquídeas.

Existe preocupación en los productores de café por la reducción en la producción a causa de la enfermedad de la Roya (*Hemileia vastatrix*). Casi la totalidad de su producción se vende a la empresa CoopeAgri R.L. que tiene instalados recibidores en las comunidades (Guilcapi, 2013). Los controles para la roya pueden generar un compromiso si perjudican a especies de flora y fauna circundantes.

Este corredor cuenta con macro tipos de vegetación identificados por GRUAS I como únicos en el país. Se cuenta con información sobre los tipos de coberturas existentes, sin embargo, es necesario actualizarlas. Además, posee mapas sobre los tipos de bosque presentes en el corredor. Este aspecto es importante para la conectividad, porque se puede determinar que bosques se deben conectar (Canet-Desanti, 2021).

Del año 2005 al 2020 se evidenció que conforme las amenazas de privatizar y mercantilizar el Río Peñas Blancas eran colectivas, para las poblaciones locales el río se convertía en un protagonista que aglutinaba y movilizaba a comunidades diversas (Martínez & Montoya-Greenheck, 2021, p.46).

El Corredor proporciona vínculos entre las áreas de gran altura del Corredor Biológico Mesoamericano y las áreas de tierras bajas hacia la costa del Pacífico, lo que lo hace especialmente favorable para las especies migratorias estacionales (Martínez & Montoya-Greenheck, 2021).

En el estudio de diversidad de mamíferos se registró la presencia de felinos como *Puma concolor* y *Leopardus pardalis*, los cuales son piezas claves para la conservación, ya que al conservar este tipo de felinos se procura la conservación de las demás especies debido a que funcionan como especies sombrilla por encontrarse en lo alto de la cadena trófica (Herrera, 2021) (Vargas, 2021). Lo anterior se puede deber a la existencia de diferentes palmas y árboles de gran tamaño, como el baco (*Brosimum utile*) y chiricano (*Humiriastrum diguense*) en el corredor, lo hacen un sitio idóneo para la alimentación de los mamíferos (Mejía, 2017).

El descubrimiento de la rana arlequín en el CoBAS (especie en peligro de extinción), proporcionó una prueba indiscutible, lo que hace que cualquier desarrollo a gran escala que pueda afectar su hábitat sea muy difícil de justificar ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), a cargo de investigar los estudios de impacto ambiental para proyectos a gran escala (Martínez & Montoya-Greenheck, 2021).

El CoBAS posee dos posibles rutas de enlaces entre áreas de protección, la ruta del Río Peñas Blancas (que es la ruta oficial según el Plan de Gestión del CoBAS del 2018) y la otra ruta es la del Río Caliente (Vargas, 2021) (Figura 10). La parte media de ambas rutas de conectividad se encuentran desprovistas de cobertura forestal más evidente en la cuenca de la ruta de conectividad del Río Peñas Blancas y este sector es el que posee el mayor número de fragmentos. “En esta sección se encuentra predominio de pastizales arbolados y pastizales” (Vargas 2021, p.48). Los bosques del sector de la cuenca del Río Peñas Blancas son irregulares, más distantes, alargados, mayormente fragmentados y pequeños. “Las distancias entre los fragmentos de bosque de la ruta de conectividad del Río Caliente son menores que la del Río Peñas Blancas, siendo un factor relevante para determinar la capacidad de movilización de las especies” (Vargas, 2019, p.26) (Cuadro 7).

Ambas rutas comparten una similitud en cuanto a la abundancia relativa de especies siendo el *Philander opossum* el de mayor abundancia en la primera ruta, mientras que, el *Didelphis marsupialis* es el de mayor abundancia en la segunda ruta, estas dos especies se

catalogan como dispersores de semillas y la presencia de estos favorecen el proceso de recuperación de la flora (Vargas, 2021).

Cuadro 9. Análisis de la fragmentación del Corredor Biológico por subcuenca. Vargas, 2019, p.16.

Subcuenca	Número de fragmentos	Amplitud (m)	Área subcuenca (ha)
Río Peñas Blancas	45	488	2071
Río Caliente	63	367	2778

En la conectividad estructural específica de las dos rutas, la del Río Caliente sobresale con mayores hectáreas de parches de bosque (61.07%) con respecto a la del río Peñas Blancas (51.56%). La ruta del Río Peñas Blancas es afectada por el efecto borde y hay una reducción del hábitat que podría generar el aislamiento y la pérdida de biodiversidad (Vargas, 2019).

En el mapa de NDVI realizado se puede apreciar que el vigor vegetativo al igual que la conectividad, es mayor en la Ruta del Río Caliente comparado con la Ruta del Río Peñas Blancas (Figura 10).

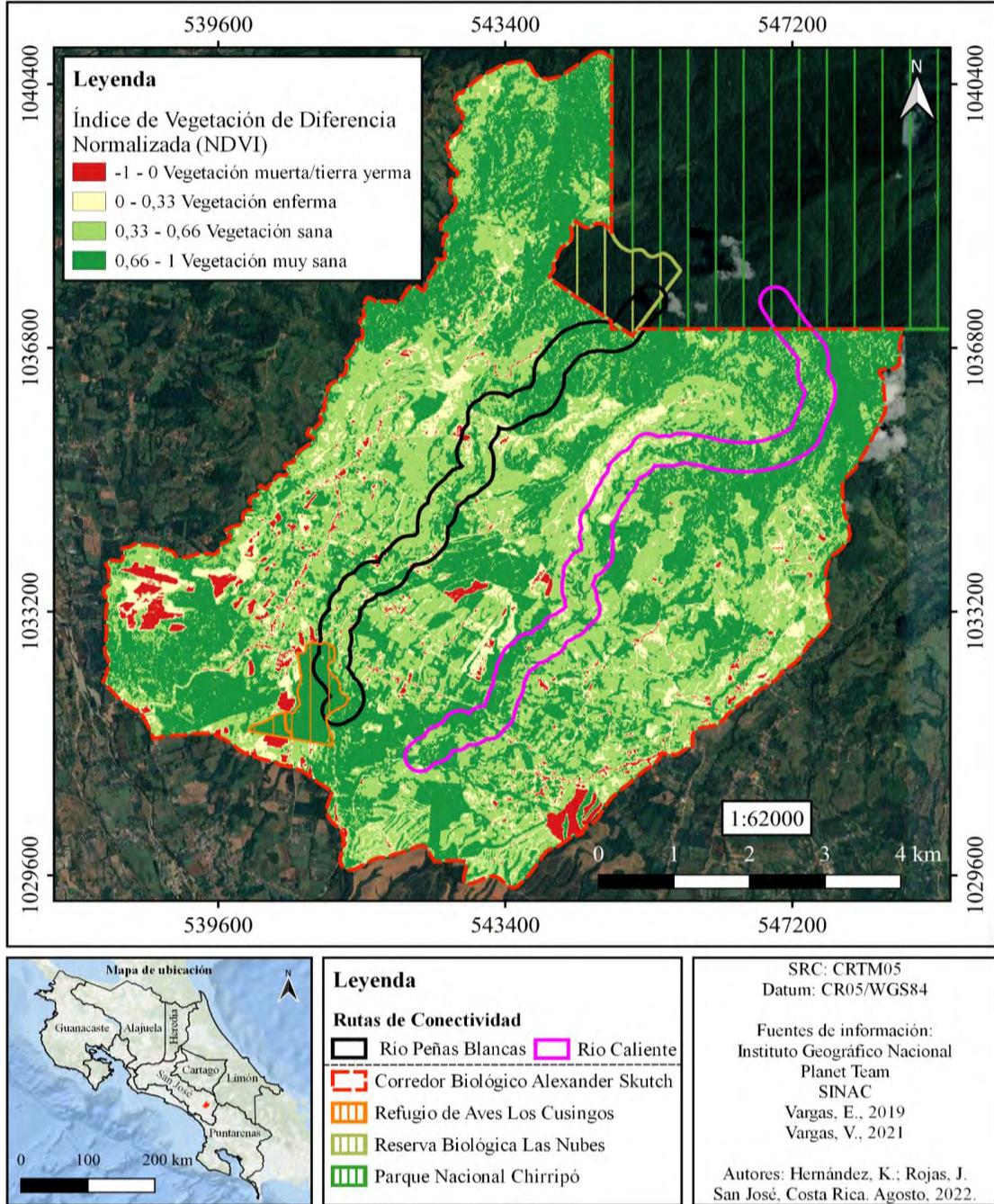


Figura 10. Índice de vegetación y rutas de conectividad. Elaboración propia.

La influencia de la pendiente como barrera puede afectar significativamente la dispersión de especies en la ruta de conectividad Río Peñas Blancas, por otro lado, la ruta del Río Caliente no se encuentra mayormente rodeada por pendientes menores a 15%, por lo que no se representa la amenaza de barrera (Vargas, 2021). Otros factores biofísicos que pueden volverse una debilidad u oportunidad en el CoBAS son la hidrología, suelos y clima:

- **Hidrología**

El CoBAS, se ubica dentro de la cuenca del río Grande de Térraba, la cual a su vez se divide en nueve subcuencas, de las cuales dos intersecan el área, que corresponden a: río General, la cual representa un 25.1 % del territorio del corredor biológico, e incluye las quebradas: Chanchos, Caño y Hermosa, siendo esta última el afluente más importante por su extensa longitud. La Subcuenca río Peñas Blancas, se localiza en el centro del corredor, abarcando el 74.9% del área de estudio, compuesta por las quebradas Hermosa, Caño, Chanchos, San Francisco, Salitrales, Roble, Agua Buena, Pital y Chapulín y los ríos Caliente, Calientillo y Peña Blanquita (IGN 1974 y ITCR 2000 citado en Acuña, 2017).

A grandes rasgos la hidrología está siendo amenazada por la deforestación, los cultivos de tipo extensivo, los insecticidas y la urbanización no planificada (Rodríguez, Mora y Calderón, *s.f.* citado en Acuña, 201). Más detalles sobre este tema se mencionan en las descripciones del EFM Subcuenca del Río Peñas Blancas, SE de agua dulce y SE de regulación del agua.

- **Suelos**

En el CoBAS se pueden encontrar cuatro tipos de suelo de la parte superior a la inferior: Ultisol humults, Oxisol udox con Ultisol Humults, Entisol fluvents con Inceptisol fluvents (Cuadro 10).

Cuadro 10. Suelos del CoBAS. Elaboración propia.

Ultisol	Oxisol
<p>El suelo Ultisol se encuentra en la parte norte y de mayor altitud del CoBAS. Por muchos años este tipo de suelo se ha utilizado para la expansión ganadera de manera general en el país, lo que ha provocado serios problemas de erosión, debido a alta carga animal y por altas precipitaciones (INTA, 2016). En el mapa de usos de la tierra del CoBAS se puede ver que la parte norte contiene mayores pendientes con zonas boscosas que limitan al sur por pastos dedicados a usos ganaderos; también se puede ver que, en muchos casos, la ganadería ha llegado a penetrar el área de protección de los ríos y quebradas. Son suelos ácidos y de baja fertilidad lo que puede dificultar el crecimiento de cultivos y plantas en general. Estos suelos acompañados de altas precipitaciones ocasionan que se laven las bases como sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), silicio (Si), nitrógeno (N) y micronutrientes, (INTA, 2016, p.2 y Chaves y Chavarría, 2017).</p>	<p>En la zona media del CoBAS se pueden encontrar suelos de tipo Oxisol. Este suelo se relaciona con climas húmedos y muy húmedos. Debido a la alta precipitación son suelos lavados que presentan condiciones ácidas. Muy desarrollados y meteorizados, de muy baja fertilidad, horizonte óxico. Se forman sobre antiguos suelos de trópicos húmedos (Chaves & Chavarría, 2017). Estos suelos son poco productivos y sólo sostienen una escasa vegetación. En cambio, en otras zonas su vegetación es un bosque húmedo denso y se suelen cultivar esporádicamente (Rozas, n.d).</p> <p>Se descubrieron suelos de tipo Oxisol en Guayacán, cantón de Buenos Aires que contenían plantaciones de caña de azúcar. El grado de meteorización y degradación de estos suelos es elevado lo que interviene directamente sobre su potencial productivo agroindustrial, los costos vinculados y la rentabilidad final obtenida (Chaves & Chavarría, 2017). El CoBAS no escapa de esa posibilidad ya que posee plantaciones de caña en la mayoría de suelos de tipo Oxisol, lo que sugiere revisar y replantar el manejo de esas plantaciones.</p>
Entisol	Inceptisol
<p>La parte inferior del CoBAS contiene suelos Entisoles. Estos suelos al tener poco desarrollo, no son recomendables para actividades agrícolas intensivas ya que la labranza inadecuada de estos puede acelerar los procesos de erosión (INTA, 2015a). Son poco profundos, inundables, muy susceptibles a erosión hídrica y/o eólica, pobres en materia orgánica y en general responden a los abonos nitrogenados (Chaves & Chavarría, 2017).</p>	<p>Suelos relativamente poco problemáticos. Son una etapa juvenil de futuros Ultisoles y Oxisoles (Chaves & Chavarría, 2017, p.4 e INTA, 2015). Cabe destacar que estos suelos conforman un área 1.09 km², que es mínima dentro del CoBAS.</p>

- **Clima**

Uno de los mayores cambios experimentados por la población del CoBAS del 2003 al 2013, fueron las variaciones del clima. “Esto ha modificado principalmente las actividades de las familias dedicadas a la agricultura” (Guilcapi, 2013, p.11).

El rango altitudinal del CoBAS va desde los 750 hasta los 1 800 msnm, topografía irregular, la temperatura promedio anual es de 24° C, la precipitación promedio anual de 3 237.8 mm, la cual tiende a aumentar en las zonas con mayor rango altitudinal (SINAC,2018, Vargas, 2019), los meses menos lluviosos van de diciembre a abril, la intensidad en la precipitación aumenta en mayo y alcanza su máximo entre septiembre y octubre (CCT, 2005 citado en Vargas, 2019). De acuerdo con el sistema de zonas de vida de Holdridge (1982) predominan tres zonas: el Bosque Pluvial Montano Bajo, el Bosque Pluvial Premontano y el Bosque muy húmedo Premontano (Cuadro 11).

Cuadro 11. Zonas de vida del CoBAS. Elaboración propia.

Bosque pluvial montano bajo (bp-MB)
<p>Abarca el 5.33% del CoBAS (3,16 km²), situándose en la parte alta del mismo, se caracteriza por presentar una precipitación media anual entre los 4000 y 8000 mm, y una biotemperatura media anual que oscila entre los 12 y 18 °C. Respecto a la flora, predomina en esta zona palmeras, helechos arborescentes, higuieron (<i>Ficus luschnathiana</i>), cedro amargo (<i>Cedrela odorata</i>). El período efectivamente seco no existe o es corto (0 a 2 meses) (Fournier, 1980 citado en Sosa, 2005 y Acuña et al., 2017).</p> <p>Dentro del CoBAS, es la zona de vida que abarca menos área, pero a la vez comprende el bosque denso con mayor diversidad por estar en las cercanías de la Reserva Biológica Las Nubes y el Parque Nacional Chirripó dedicados a la conservación, localizados en el piso altitudinal Montano Bajo (2000 a los 3000 m.s.n.m.) y lejos de los centros más poblados del corredor (Acuña et al., 2017).</p>
Bosque pluvial premontano (bp-P)
<p>Representa el 56.90% del CoBAS (34,35 km²), siendo la zona de vida predominante, situada en la parte media, donde se localizan el mayor asentamiento humano dentro del corredor y la mayor parte de actividades agropecuarias. Se caracteriza por una precipitación entre los 4000 y 8000 mm, además presenta una biotemperatura media anual de 18 y 24°C. La flora predominante es: copey (<i>clusia rosea</i> ó <i>clusia major</i>), roble (<i>Quercus</i>), bromelias (Bromeliáceas) (Acuña et al., 2017, p.53). Son comunes las epífitas, bejuco leñosos, hierbas trepadoras y musgos (Janzen 1991 citado en Sosa, 2005).</p>

Bosque muy húmedo premontano (bmh-P)

Representa el 37.77% del COBAS (22,62 km²), siendo la segunda zona de vida dominante en el área de estudio situada en la parte baja del corredor, donde se localiza la mayor densidad poblacional y una reducida cobertura boscosa por la presión de cultivos extensivos de café y caña (Acuña et al., 2017).

En esta zona de vida la precipitación media anual oscila entre los 2000 y 4000 mm, además una biotemperatura media anual de 18 y 24°C, predominando el bosque siempre verde con abundancia de epífitas y cedro amargo (*Cedrela odorata*) (Acuña et al., 2017).

En el siguiente diagrama del sistema socioecológico del CoBAS se pueden apreciar las interacciones entre el componente biofísico y social (Figura 11):

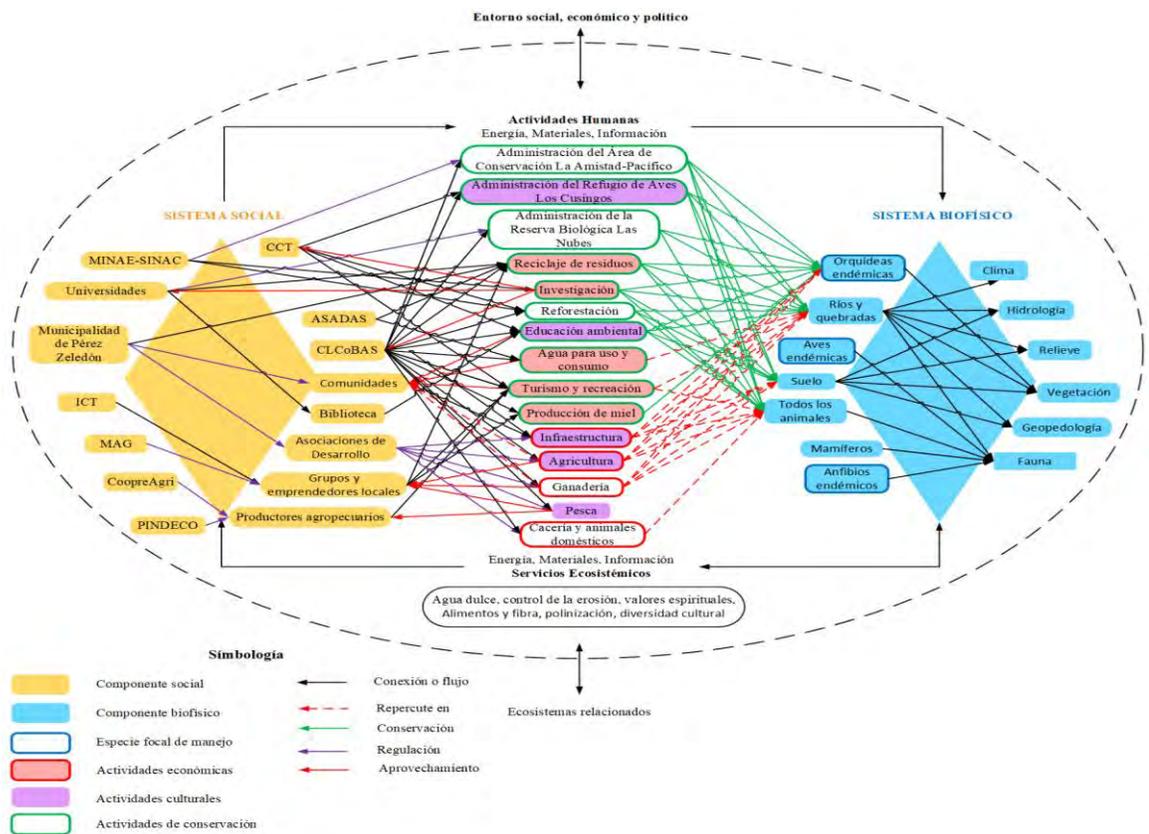


Figura 11. Diagrama del Sistema Socioecológico del CoBAS, sus componentes e interacciones entre componentes. Elaboración propia.

Usos de la Tierra actuales en el CoBAS

El CoBAS al ubicarse en el cantón de Pérez Zeledón, se encuentra bajo la jurisdicción del municipio correspondiente. La relación entre el CoBAS y esta municipalidad es poca y no existe un plan regulador cantonal actualizado. Lo más cercano en la actualidad es el *Reglamento de Zonificación: Plan Regulador Parcial de San Isidro de El General*, creado el 18 de marzo de 1997 y que sólo abarca el distrito central del cantón. Para el resto de los distritos considerados rurales, rige el *Plan de Desarrollo Rural del Territorio: Pérez Zeledón 2016 - 2021*. En este no se consideran aspectos referentes al uso de la tierra para el corredor biológico, pero si se enfatiza en el CoBAS como un punto fuerte en lo relacionado a la actividad turística y para la ejecución de proyectos de promoción del empleo y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las comunidades del CoBAS (INDER, 2016).

Cabe destacar dentro de la caracterización del área de estudio, la presencia de poblaciones y actividades productivas. Como se mencionó en la delimitación del área de estudio, dentro del CoBAS se ubican siete comunidades, las cuales, de acuerdo con Retana (2012), poseían una población total de 1.837 personas, siendo Santa Elena la comunidad con más habitantes.

Con base en datos del 2014, el 50% del área que cubría al CoBAS estaba dedicado principalmente a la producción agrícola de caña, café, piña y ganadería (ASOCUENCA, 2014). Para el mismo tiempo, se incorporaron prácticas agrosilvopastoriles, se utilizó el cultivo del cacao para diversificar la producción y como una opción para aumentar los ingresos; también se dio la producción de leche de cabra (ASOCUENCA, 2014). Datos suministrados por Acuña et al. (2017) demuestran cambios significativos en el uso de la tierra para el año 2016, destacándose la disminución de un 21% en los terrenos utilizados para actividades productivas (café, caña de azúcar, pastos/ganadería y piña) entre el 2005 y 2016, pasando de casi el 50% de la extensión del CoBAS a un 28,94%.

Cuadro 12. Corredor Biológico Alexander Skutch: coberturas asociadas con Usos de la Tierra y superficie en hectáreas. Acuña et al, 2017.

Cobertura asociada con Uso de la Tierra	Superficie (hectáreas)		
	2005 (creación del CoBAS)	2012	2016
Bosque Denso	1892,2	1881,9	2109,1
Bosque	750,7	846	872,5
Pasto con árboles (ganadería)	996,2	863,2	991,7
Pastos (ganadería)	1003,2	1224,2	745,8
Charral y Tacotal	6,5	10,9	7,8
Cultivos permanentes (café y plantaciones forestales)	825,8	586,3	686,3
Cultivos semipermanentes (caña de azúcar y piña, principalmente)	305,3	283,7	315,4
Terreno descubierto	46	67,8	22,7
Infraestructura	201,6	263,7	279,4
Total*	6027,5	6027,5	6027,5

* Los resultados obtenidos por Acuña et al., (2017) presentan una sobreestimación de 14,9 hectáreas respecto a la extensión real del CoBAS; 6012,60 hectáreas.

Como se mencionó en páginas anteriores, se realizó un mapa de usos de la tierra, a partir de una imagen satelital multibanda de marzo del 2021. Las coberturas identificadas de acuerdo a la EER se relacionan con un uso de la tierra determinado y se organizan mediante códigos asignados (Cuadro 4). Para el CoBAS se determinaron once categorías de usos de la tierra, ordenados en la leyenda del mapa de mayor a menor extensión (Figura 10).

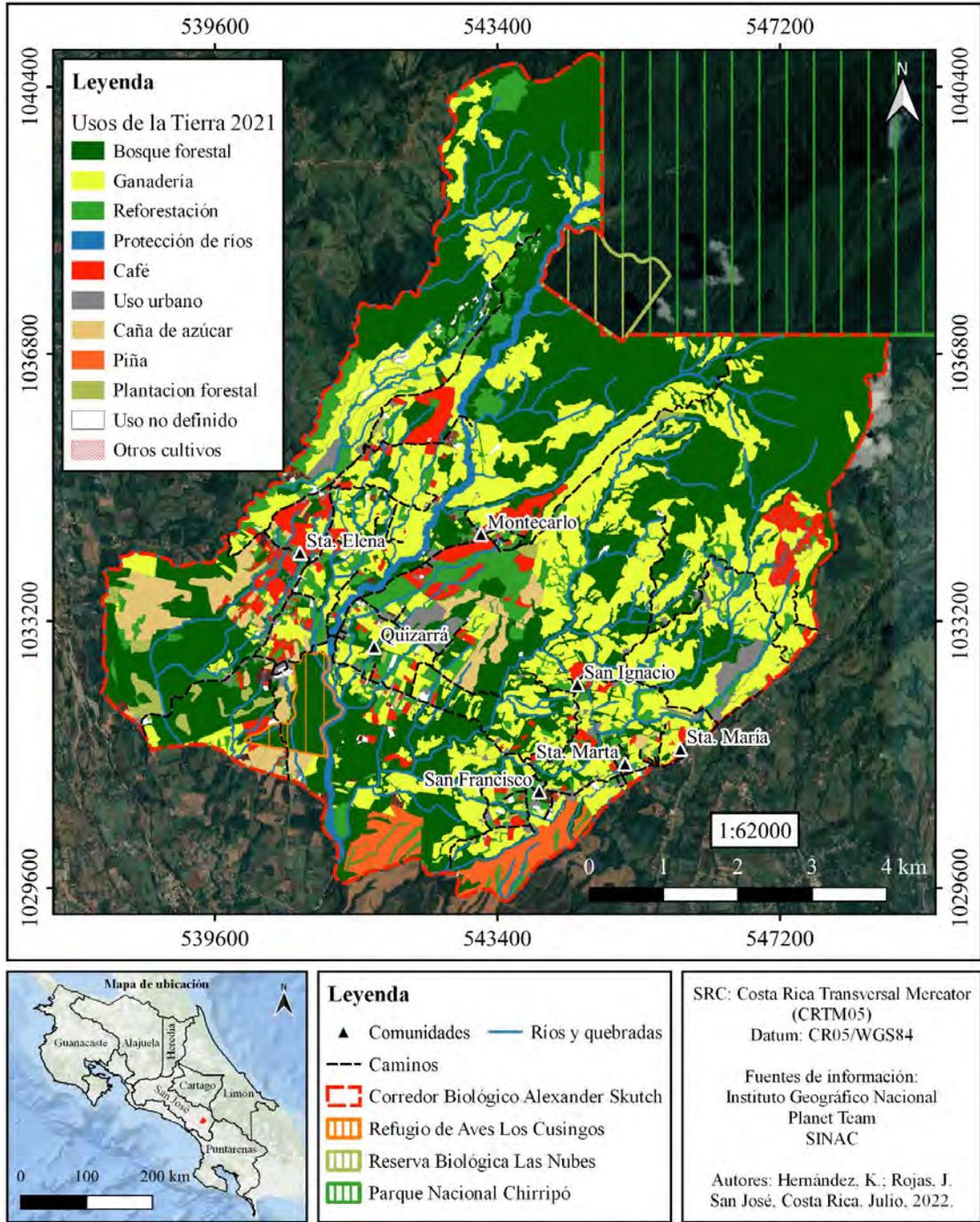


Figura 12. Mapa de Usos de la Tierra para el año 2021 en el Corredor Biológico Alexander Skutch (CoBAS).
Elaboración propia.

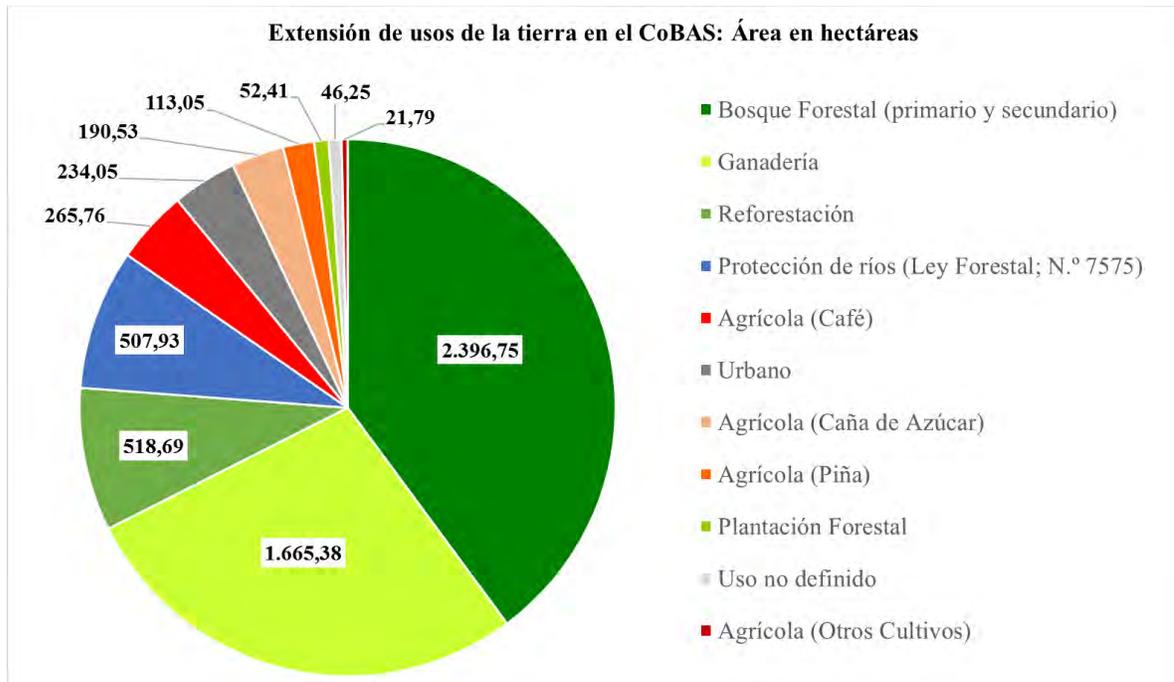
Los resultados obtenidos se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Usos de la Tierra identificados en el CoBAS 2021. Elaboración propia.

Bosque Forestal (primario y secundario)	Ganadería
<p>Se cuantificó un área aproximada de 1919,39 hectáreas correspondientes a bosque denso o primario y 477,36 hectáreas de bosque ralo o secundario (Anexo 7). Ambas coberturas asociadas a Bosque Forestal comprenden la mayor extensión de Uso de la Tierra en el corredor biológico: 2396,65 hectáreas, alrededor de 39,86% del sitio de estudio.</p>	<p>Conforma la mayor extensión de cualquier actividad existente en el CoBAS, con un aproximado 1665,38 hectáreas para el año 2021. En comparación con el año 2016, los terrenos dedicados a ganadería abarcaron aproximadamente 1737,50 hectáreas, lo cual representa una disminución de 72,12 hectáreas en un lapso de 5 años (Anexo 7).</p>
Reforestación	Bosque de Galería (Protección de ríos: Ley Forestal N.º 7575)
<p>La extensión calculada fue de 518,68 hectáreas, el equivalente al 8,63% de la extensión del corredor biológico. Los charrales y tacotales presentan un aumento cercano a las 511 hectáreas (Anexo 7) en comparación con datos del año 2016, lo cual representa el segundo cambio de uso (en términos de superficie en hectáreas) más importante en el corredor biológico.</p>	<p>Corresponde a la zona de protección establecida en la Ley Forestal (N.º 7575) para ríos y quebradas. Para el río Peñas Blancas, el margen de protección se fijó en 50 metros, designados como parte del hábitat núcleo del CoBAS (Canet-Desanti, 2005). La medición del terreno arrojó una extensión de 507,93 hectáreas (Anexo 7), equivalente al 8,45% del corredor biológico.</p>
Agrícola (café)	Uso Urbano
<p>El terreno dedicado al cultivo de café comprende las 265,75 hectáreas, el equivalente al 4,42% de la extensión total del corredor biológico. Grandes parcelas que anteriormente eran dedicadas al cultivo del café se encuentran en abandono, o en otros casos, ha sido reemplazado por pastos para la ganadería extensiva. Esto queda reflejado en la disminución importante de los terrenos dedicados a este cultivo tomando como referencia información del año 2016 (Anexo 7), concretamente una disminución de 371,71 hectáreas en cinco años.</p>	<p>El uso urbano abarca una extensión aproximada de 234,07 hectáreas (Anexo 7): 3,89% de la extensión del CoBAS. Además de viviendas, escuelas, centros de salud, abastecedores y comercios, se consideraron en este tipo de uso el derecho de vía de la Ruta Nacional 326 y caminos cantonales, accesos o servidumbres de paso, infraestructura agropecuaria, complejos turísticos (Kinkara Luxury Retreat y Hacienda AltaGracia, de Auberge Resorts Collection), además de propiedades destinadas para futuros proyectos de urbanización (Ej.: Quintas Bernina), en las comunidades de Quizarrá y Montecarlo.</p>

Agrícola (caña de azúcar)	Agrícola (piña)
<p>Predomina su cultivo en terrenos de poca pendiente, localizados al sur oeste del área de estudio, principalmente en las cercanías de La Hermosa y alrededores del Refugio de Aves Los Cusingos (Acuña et. al, 2017). La extensión de este cultivo consta aproximadamente de 190,53 hectáreas (Anexo 7); 3,17% de la extensión del CoBAS.</p>	<p>La producción de este cultivo se focaliza al sur este del área de estudio, en las cercanías de Quebrada Almuerzos y Quebrada Pital (Acuña et. al, 2017). Se identificaron dos grandes parcelas dedicadas a este cultivo ubicadas en la comunidad de San Francisco, con una extensión de 113,05 hectáreas (Anexo 7), un 1,88% del CoBAS aproximadamente.</p>
Plantación Forestal	Uso no definido
<p>Se corroboraron en campo parcelas dedicadas a alguna plantación forestal, entre las cuales se destacan: plantaciones de Bambú (<i>Arundinaria sp.</i>) ubicadas en la comunidad de Montecarlo (en parcelas que anteriormente fueron cafetales) y Amarillón (<i>Terminalia sp.</i>) ubicado en las afueras de Santa Elena. En total, los terrenos destinados para plantaciones forestales suman 52,40 hectáreas (Anexo 7), un 0,87% de la extensión de CoBAS</p>	<p>Este uso posee una extensión de 46,25 hectáreas (Anexo 7), lo cual equivale al 0,77% de la extensión del corredor biológico. En su mayoría se tratan de lotes baldíos sin cobertura vegetal o con matorrales, terrenos en preparación (mediante arado) o quemados para alguna actividad agrícola o terrenos que simplemente no fueron posibles de clasificar en un tipo de uso específico.</p>
Agrícola (otros cultivos)	
<p>Como resultado del reconocimiento en campo, se logró constatar la existencia de producción agrícola a baja escala. En las parcelas identificadas se comprobó la producción de cacao, banano, yuca, mamón chino, frutales, chile dulce, y palma de aceite. Al ser parcelas con dimensiones menores a una hectárea en muchos casos, los cultivos fueron agrupados en una sola categoría para diferenciarla de los cultivos tradicionales (café y caña de azúcar). Las parcelas suman 21,79 hectáreas (Anexo 7) siendo esta categoría la de menor extensión, abarcando solo el 0,33% de la extensión total del CoBAS.</p>	

Gráfico 2. Categorías y extensión de Usos de la Tierra calculados para el año 2021: Corredor Biológico Alexander Skutch. Elaboración propia.



El CoBAS se estructura en usos que se han llevado a cabo en el tiempo, motivados por medios de vida rurales. A lo largo del tiempo se han dado cambios de uso, pasando de agricultura de café a caña de azúcar y ganadería, que son usos más dañinos. Las plantaciones de café han disminuido a expensas del incremento de pastos, caña de azúcar y cultivos de piña (Rapson et al., 2012).

Resultados de mapeo con los actores clave sobre SE's y usos de la tierra del CoBAS

La actividad de mapeo con los actores sobre SE's y usos de la tierra fue importante para realizar mejores relaciones entre ambos elementos. De manera general, los SE's culturales fueron los más complejos de localizar por los actores clave en la maqueta. La mayoría de estos fue percibida en todo el CoBAS y los demás en el centro de cada comunidad. La parte norte y sur del CoBAS fueron percibidas con mayor cantidad de SE's de regulación, aun así, la parte norte presentó mayor variedad. En los límites de cada comunidad se percibieron SE's de abastecimiento y en menor medida SE's de regulación. Considerando lo anterior, es posible afirmar que, donde existe más abundancia de un mismo tipo de SE, la tendencia refleja un aumento y donde existe menor abundancia, la tendencia refleja disminución (ver mapa del Anexo 9).

En el mapa de la percepción de usos de la tierra según los actores clave (Anexo 10) se puede apreciar que los usos agrícolas se colocaron más cercanos al uso urbano (a excepción de Quizarrá y San Ignacio), y este a su vez más cercano donde se localizaron SE's culturales. Lo anterior coincide con el mapa de usos de la tierra realizado (Figura 12) y el café fue el uso que más coincidió en ser el cultivo más cercano al centro de las comunidades. Otras comparaciones que se dieron son: Agricultura y los SE's culturales, Infraestructura y los SE's culturales, Bosque, áreas silvestres y altos valores de NDVI con los SE's de regulación al norte y sur, Infraestructura y SE's de regulación al sur, Ganadería y los SE's de regulación al norte, Regeneración forestal con SE's de regulación en el Río Caliente y el Río Peñas Blancas.

Servicios ecosistémicos más importantes

Si se comparan los resultados de las actividades con los actores clave y las entrevistas a la población, se puede ver que hay diferencias en cuanto a la percepción de los SE's. Lo anterior se puede deber a que los actores clave consultados en su mayoría viven en la zona más poblada del CoBAS (Santa Elena, Montecarlo y Quizarrá).

Con respecto a los SE's de regulación para la población los servicios de control de la erosión y la regulación del agua fueron los que más se percibieron con una tendencia a la disminución, mientras que dentro de los actores clave hubo posiciones contrapuestas para el control de la erosión, ya que la misma cantidad de actores consideró que el control de la erosión había disminuido y aumentado (Cuadro 14).

La percepción de los SE's según los actores clave en general fue muy positiva. Solo los SE's de control de la erosión y el de valores espirituales y religiosos contaron con una tendencia a la disminución. En cambio, el servicio de recursos ornamentales se ha mantenido igual y los demás de bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas, agua dulce, mantenimiento de la calidad del aire, regulación del agua, valores educativos y sentido de lugar han aumentado (Cuadro 14).

- **Servicios ecosistémicos de abastecimiento:** Fueron localizados por los actores clave en todo el corredor, puntualmente la zona poblada de cada comunidad, por lo general con una tendencia al aumento. Resalta el hecho de que se localizaron puntos de este tipo de SE al norte, en la frontera entre los pastos y la cobertura boscosa, quizá debido a la cercanía con las fuentes de agua dulce. La población por lo general percibió que se mantienen igual o en aumento a excepción de Santa María y San Ignacio donde algunos entrevistados los percibieron en disminución.
- **Servicios ecosistémicos de regulación:** La población en general percibe que los SE's de este tipo tienden a la disminución. La mayor presión la sufre el sur del CoBAS donde se encuentra el Refugio de Aves Los Cusingos (Anexo 9). Lo que comentaron actores clave al respecto fue que se está produciendo una expansión urbana del barrio La Paz, ubicado al suroeste de Los Cusingos y plantaciones de caña de azúcar al norte y al sur de Los Cusingos.

- **Servicios ecosistémicos culturales:** Por lo general fueron localizados a lo largo de las vías de transporte y centros de cada comunidad. Se puede apreciar una disminución en la tendencia de los SE's culturales en Santa Marta y Santa María. En cambio, la diversidad de las tendencias aumenta a partir de la comunidad de San Francisco, continuando hacia el noroeste del CoBAS.

Cuadro 14. SE's más importantes seleccionados por actores clave y la población, según tipo de servicio. Ha aumentado ↑, Se mantiene igual =, Ha disminuido ↓. Elaboración propia.

Servicio ecosistémico	Tendencia según actores clave	Tendencia según la población
Abastecimiento		
Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas	↑	=
Este servicio fue percibido por los actores clave con una tendencia al aumento y distribuidos en todo el CoBAS (Anexo 11). Por su parte, en las entrevistas realizadas en cada comunidad, algunos encuestados opinaron respecto a la costumbre que mantiene la población de tener plantas medicinales en las casas y en algunos casos eso forma parte de una herencia generacional. Dependiendo de la comunidad visitada, las personas opinaron que ese SE mantiene igual, mientras en otras no tenían conocimiento sobre actividades relacionadas con las medicinas naturales en el CoBAS (Figura 13). En el estudio de Guilcapi (2013), la mayoría de las personas entrevistadas afirmaron elaborar infusiones a partir de plantas medicinales para aliviar dolores estomacales, inflamaciones y gripes, las cuales se cultivan en huertos caseros.		
Recursos ornamentales	=	↑
La población lo percibió en aumento y distribuidos en todo el CoBAS, las opiniones concuerdan en que existe mucho gusto por esas plantas, por sus características y la tendencia de sembrar ornamentales en los patios de las viviendas por gusto propio y de los visitantes (Figura 13).		
Agua dulce	↑	↑
Para los actores clave y la población en general, el servicio de agua dulce o potable fue percibido con una tendencia al aumento (Anexo 11 y Figura 13). Esto puede deberse a que las nacientes se encuentran en zonas de la cuenca alta que presentan buena protección de las áreas de captación, además de ser zonas de acceso restringido. Las ASADAS han procurado que el abastecimiento de agua para consumo humano sea abundante y de buena calidad, siendo este aspecto es más constante entre la mayoría de la población entrevistada. En comunidades donde existen concesiones de agua para riego de cultivos, la población ha percibido disminución del agua y su encarecimiento. Hubo muchos sectores de la maqueta en los que se percibió una disminución en la tendencia de este SE. Lo anterior quizás se deba a una confusión de los actores clave con el SE de regulación del agua o que concuerdan en que el agua dulce (distribuida por las ASADAS) ha disminuido en calidad y cantidad.		

<p>Regulación</p> <p>Mantenimiento de la calidad del aire</p>	<p>↑</p>	<p>=</p>
<p>Este SE fue localizado por los actores clave al norte del CoBAS y por lo general con una tendencia al aumento (Anexo 11). Por otro lado, la población entrevistada percibe que este se mantiene igual y con tendencia al aumento zonas boscosas y la parte alta del CoBAS (Figura 14). Sin, embargo, la comunidad de Santa Elena presentó la mayor disminución de este SE, principalmente por la contaminación del aire consecuencia de las quemadas controladas del cultivo de caña, aunque este problema solo sucede en el periodo de cosecha de la caña de azúcar (llamado popularmente zafra) entre el 3 de enero y el 26 de abril (Chaves, 2020b). Otras posibles afectaciones a la calidad del aire en el CoBAS mencionadas fueron el humo de vehículos, agroquímicos utilizados en diversos cultivos agrícolas como el café, tratamiento quema de basura (aunque esta práctica ha disminuido) y las comunidades de San Francisco y Santa Marta poseen afectación de este SE por la producción de piña.</p>		
<p>Regulación del agua</p>	<p>↑</p>	<p>=</p>
<p>Con respecto al SE de regulación del agua en general los actores lo percibieron en buenas condiciones y distribuido en todo el CoBAS (Anexo 11). Se percibió por mayor cantidad de actores en la parte norte, pero con muy diferentes perspectivas en cuanto a la tendencia. Además, se localizaron sitios en aumento del SE en parches boscosos de la parte central y sur del corredor. Por otro lado, parte de la población entrevistada de Santa Elena, San Ignacio, San Francisco y Santa María lo percibieron en disminución (Figura 14). Lo anterior se puede deber a que dependiendo de la temporada se secan las quebradas. Uno de los entrevistados indicó que se ha llegado a secar la naciente de la ASADA de Montecarlo.</p> <p>En el estudio de Guilcapi (2013), con respecto a la valoración de la calidad del agua en las comunidades, el 51% de la población la calificó como “buena”; y la cantidad de agua, un 39% como “regular”. Estos datos varían en cada comunidad en relación a la presencia de actividades agropecuarias como la porcicultura, ganadería y producción de café. La única comunidad que tuvo una valoración promedio positiva fue Montecarlo, esto puede estar asociado a su cercanía con el cerro Chirripó.</p>		
<p>Control de la erosión</p>	<p>↓↑*</p>	<p>↓</p>
<p>Los actores clave lo percibieron con una tendencia a la disminución en la parte norte de Montecarlo y San Ignacio, en la piñera del sur del CoBAS, zonas ganaderas dentro de Quizarrá y Santa Elena, y en la parte oeste del Refugio de Aves Los Cusingos (Anexo 11).</p> <p>Para la población en la parte este del CoBAS se percibió una disminución de este SE (Figura 14); en su mayoría este sector presentó una percepción de uso ganadero y bosque por los actores clave. Por otro lado, en el mapa de usos de la tierra (Figura 12), se puede observar que este sitio presenta una combinación entre ganadería, café y algunos parches de bosque denso.</p> <p>La comunidad de San Ignacio se localiza en las zonas con mayor pendiente y topografía irregular del CoBAS; ahí se resaltó la mala calidad de los suelos, los cuales, además de restricciones topográficas propias de la zona, requieren ser abonados con frecuencia. Comunidades de San Francisco, Santa Marta y Santa María, indicaron presentar problemas similares como consecuencia de la sobreexplotación y erosión del suelo producto del cultivo de piña. Además, la población opina que hay muchas plagas y que el suelo ya no es tan fértil como antes, se depende del abono para producir y que en sectores como la Finca Bernina se utilizan químicos que contaminan y alteran el suelo.</p>		

Cultural Valores espirituales y religiosos	↓=*	=
Con los resultados de los actores clave en la maqueta no se percibió una tendencia clara con respecto a este SE, ya que en todos los lugares donde lo localizaron hay tendencias negativas y positivas (Anexo 11). Por otro lado, tanto la población como los actores clave lo percibieron mayoritariamente con una leve disminución en el tiempo, lo que puede deberse a que la pandemia de Covid-19 afectó las actividades religiosas en todo el país (Figura 15).		
Valores educativos	↑	↑
Los actores clave percibieron este SE en aumento cerca de la Reserva Biológica las Nubes y en general se evidenciaron tanto tendencias positivas como negativas en cada comunidad (Anexo 11). Lo anterior se puede deber a que algunos actores clave perciben que la educación se ha mejorado en todas las comunidades, pero aún se puede mejorar más. La población también lo percibió en aumento, esto puede deberse a que las escuelas buscan cubrir la demanda de estudiantes que está en crecimiento (Figura 15).		
Sentido de lugar	↑	=
Los actores clave lo percibieron en aumento puntualmente en las comunidades de Santa Elena y Quizarrá, precisamente donde comenzó a poblarse el CoBAS (Anexo 11). Por otro lado, en las comunidades de Montecarlo, parte norte de la Trinidad, San Francisco, Santa Marta y Santa María ese SE mantuvo con una tendencia igual. Muchos de los comentarios reflejan diferencias en el sentido de lugar o arraigo que tienen las personas por el pueblo que habitan y el efecto que produce la vida en comunidad (Figura 15). Una problemática en común que fue exteriorizada por la población entrevistada se relaciona con la pandemia de Covid-19, la cual en sus inicios afectó fuertemente a la población debido al aislamiento y el cese de actividades comunales, educativas y religiosas. En las comunidades de Santa María, Santa Marta y San Francisco percibieron el SE en disminución, al respecto se comentó que han llegado habitantes de otros lugares y se ha vuelto conflictivo. Otros comentarios fueron que los jóvenes se tienden a ir del CoBAS en busca de mejores oportunidades, hay personas que desean vivir en el corredor, pero no hay suficiente oferta de terrenos y que por lo general los habitantes son muy colaboradores y unidos.		

* Para ese SE la misma cantidad de actores seleccionó tanto una tendencia como la otra.

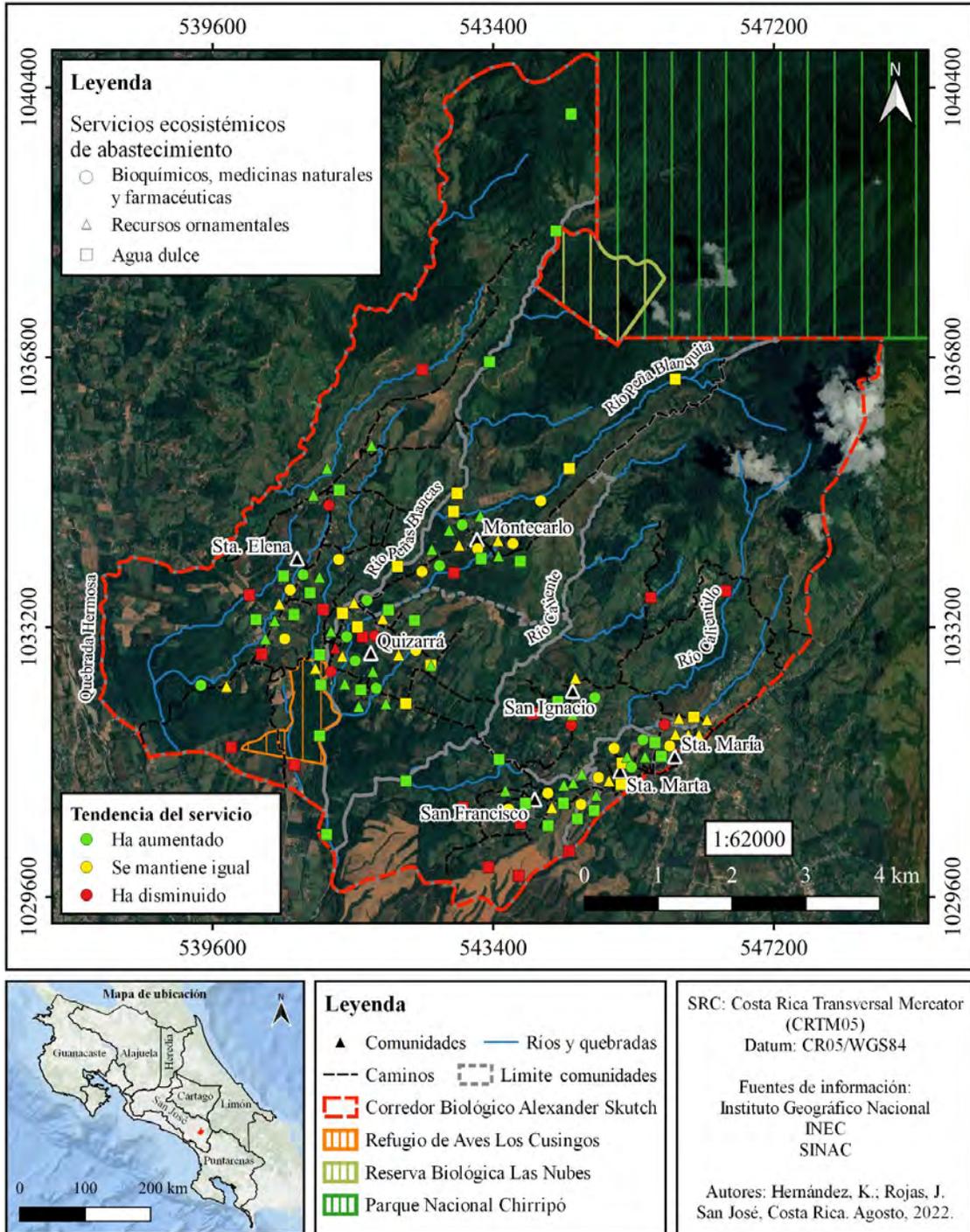


Figura 13. Distribución y tendencia de los servicios ecosistémicos de abastecimiento. Elaboración propia.

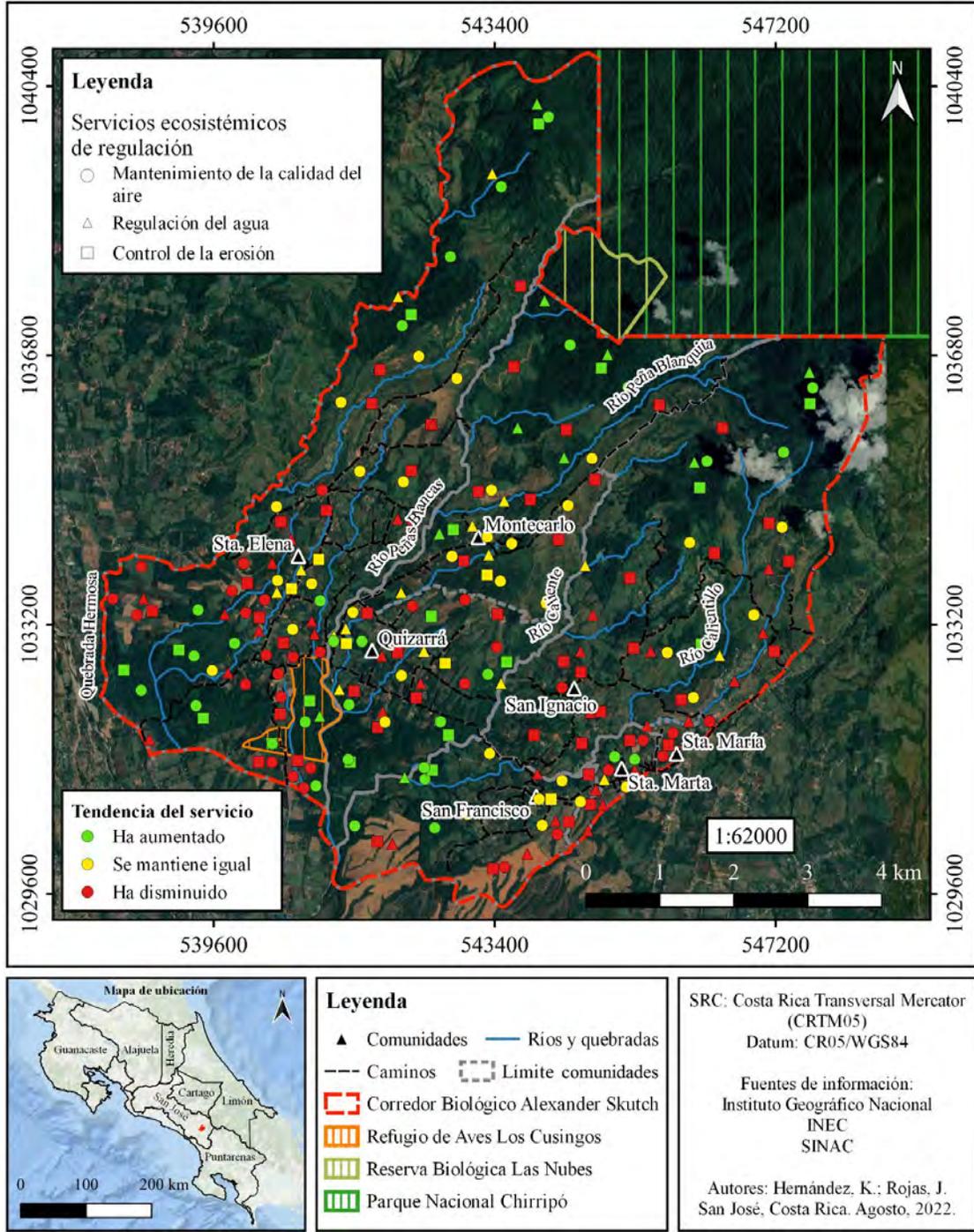


Figura 14. Distribución y tendencia de los servicios ecosistémicos de regulación. Elaboración propia.

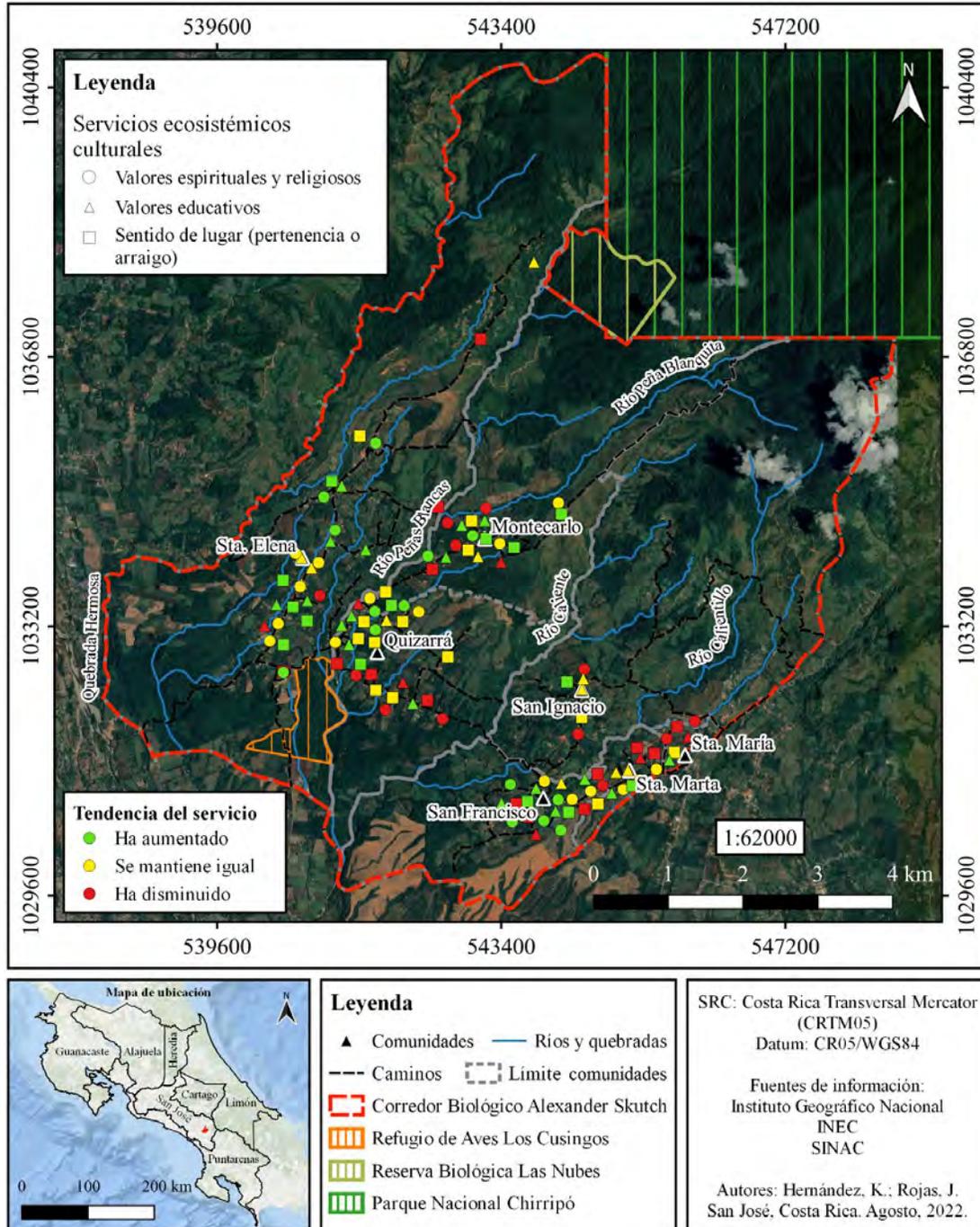


Figura 15. Distribución y tendencia de los servicios ecosistémicos culturales. Elaboración propia.

Descripción de los EFM ecológicos y productivos del CoBAS, sus SE's asociados y grados de intervención

Los EFM ecológicos son los elementos focales de manejo seleccionados en el Plan de Gestión del CoBAS (SINAC, 2018a): la Subcuenca del Río Peñas Blancas, especies endémicas de orquídeas, especies endémicas de anfibios y especies endémicas de aves. Por otro lado, los EFM productivos son: infraestructura, actividad agrícola de café, negocios, actividad agrícola de caña y la actividad ganadera.

EFM ecológicos en el CoBAS

Con respecto al entorno natural y el impacto en la biodiversidad y endemismo, el CoBAS se ubica en la vertiente del Pacífico de la Cordillera de Talamanca, una de las cuatro regiones de alto endemismo para el país (SINAC, 2008). El límite altitudinal mínimo de esta región de alto endemismo son 1000 msnm, lo cual quiere decir que toda la parte del CoBAS que supera esta elevación se considera de alto endemismo (SINAC, 2008). Plasmado en cifras, en el CoBAS se han registrado 30 especies de anfibios, de las cuales al menos dos ranas y dos salamandras son endémicas para Costa Rica y Panamá. Además, en él se hallan 414 especies de aves, de las cuales 18 son endémicas para Costa Rica y Panamá, y 120 especies de orquídeas (Mejía, 2017).

- **Subcuenca del Río Peñas Blancas**

Este EFM busca proteger el recurso hídrico del corredor biológico, importante para las personas, las actividades agropecuarias y la vida silvestre. “En el río Peñas Blancas hay una importante deforestación de los bosques de galería, los cuales mejoran la calidad y cantidad de las aguas subterráneas, y por lo tanto son fundamentales para la protección del recurso hídrico” (SINAC, 2018b).

La extensión de uso referente al Bosque de Galería representa una superficie considerable en el CoBAS, equivalente a 508,37 hectáreas. Este tipo de uso no fue

considerado en otros trabajos realizados en el CoBAS y el bosque de galería se incluía en los mapas de Uso de la Tierras (Véase Acuña et. al 2017) como bosque ralo o secundario. Al incluir este nuevo tipo de uso, es posible contemplar lo estipulado en la Ley Forestal del país (Ley N.º 7575), en específico el artículo 33, inciso b, el cual define esta área como “una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado”. (Asamblea Legislativa, 1996). Además de lo contemplado por la ley, se incluye la ribera del Río Peñas Blancas, la cual fue designada como parte del hábitat núcleo del corredor biológico, esto determinado en el proceso de diseño y oficialización del CoBAS (Canet-Desanti, 2005). Acevedo et. al (2016), Acuña et. al (2017) y Vargas (2021) concluyeron en sus respectivos estudios, la importancia de los cursos fluviales (siendo Peñas Blancas el río de mayor importancia) para la generación de conectividad ecológica y a su vez, la fragilidad que estos presentan debido a las actividades humanas, especialmente la ganadería. El sector oeste de la subcuenca del Río Peñas Blancas (que contiene el río homónimo) presenta mayor vulnerabilidad en comparación con el sector este, por el cual fluyen los ríos Caliente y Calientillo. En comparación con la ruta de conectividad del Río Caliente, la ruta del río Peñas Blancas posee menor área de bosque, presenta mayor fragmentación, es más estrecha y se encuentra con influencia directa del efecto borde (Vargas, 2019).

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que poseen mayor concordancia con el EFM de la Subcuenca del Río Peñas Blancas son: sentido de lugar, regulación del agua, mantenimiento de la calidad del aire y control de la erosión. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que los servicios de regulación son los que mantienen en mejor estado ambiental la subcuenca. La selección del SE de sentido de lugar es porque el apego que poseen las comunidades por el lugar donde viven ayuda a que se interesen por realizar sus prácticas productivas de forma sostenible y por consecuencia minimizar daños en la calidad del agua. Por los SE's asociados, este EFM posee medio y bajo grado de intervención.

- **Orquídeas endémicas**

La gran cantidad de especies endémicas registradas hasta la fecha para el CoBAS resalta la pertinencia de incluirlas como un EFM. Por la ubicación del CoBAS este resulta una importante zona de amortiguamiento para el Parque Nacional Chirripó y por lo tanto para la biodiversidad presente en la Cordillera de Talamanca (SINAC, 2018b).

El estudio de orquídeas ha sido muy enriquecido ya que se han identificado más de 120 especies, siendo el número más diverso de todas las familias de plantas que se encuentran en el refugio. Muchas de estas especies son endémicas del sur de Costa Rica y fueron colectadas por el Dr. Alexander Skutch. Este es el caso de *Sarcoglottis neglecta* (Skutch 2621) y *Sobralia allenii* (5430). También se ha identificado *Platystele tica*, considerada la orquídea más pequeña del mundo (Mejía, 2017, p.39). Algunas de las especies endémicas de orquídeas identificadas en fuentes secundarias para el CoBAS se enlistan en el Cuadro 15.

El corredor posee un rango altitudinal que va desde los 750 hasta los 1.800 msnm y de acuerdo con la clasificación de zonas de vida (Holdridge, 1967), el CoBAS cuenta con tres zonas de vida bien delimitadas, las cuales son; bosque pluvial montano bajo (bp-MB), bosque pluvial premontano (pb-P) y bosque muy húmedo Premontano (bmh-P).

Según el rango altitudinal del CoBAS las orquídeas que se podrían localizar ahí pertenecen a bosques muy húmedos, bosques estacionalmente secos y bosques nubosos (Morales, 2008a y Morales, 2008b). La variación climática que se ha presentado en el CoBAS a lo largo de los últimos años, puede afectar a las orquídeas ya que la humedad relativa es importante para mantenerlas en buen estado. La humedad relativa es la cantidad de agua presente en el aire, en lugares como Braulio Carrillo y Tapantí generalmente es muy alta. Están las temperaturas relativamente altas, que causan aún más daño a las plantas.

Aunque se tenga una fuente de agua constante sobre la orquídea (como una manguera), si no se controla la humedad del ambiente, la planta no sobrevivirá en condiciones raquílicas, pues pierde agua continuamente a través de sus poros. Aunque existe

la posibilidad de que la planta sobreviva, su desarrollo bajo estas condiciones no será el apropiado y la producción de flores e inflorescencias será muy pobre (Morales, 2008a).

Cuadro 15. Especies endémicas de orquídeas del Área de Conservación La Amistad Pacífico. Morales (2008a) y Morales (2008b).

Espece	Tamaño	Nombre común	Estatus
<i>Pleurothallis strumosa</i>	Epífita con menos de 10 cm de altura. Flores con menos de 1 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, bosques nubosos, 1.400 - 1.650 msnm	Endémica
<i>Pleurothallis rádula</i>	Epífita de 10 a 40 cm de altura. Flores con menos de 1 a 3 cm de diámetro.	Bosques nubosos, 1.500 - 1.900 msnm	
<i>Pleurothallis fantástica</i>	Epífita con menos de 10 cm de altura a 40 cm de altura. Flores inferiores a 1 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, 700 - 1.250 msnm	
<i>Pleurothallis aurita</i>	Epífita con menos de 10 cm de altura. Flores inferiores a 1 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, 250 - 1.300 msnm	
<i>Epidendrum pentadactylum</i>	Epífita de 10 a 40 cm de altura. Flores inferiores a 1 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos robledales, 1.000 - 2.400 msnm	
<i>Habenaria lankesteri</i>	Terrestre con 10 a 40 cm de altura. Flores con menos de 1 a 3 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, bosques estacionalmente secos, bosques nubosos, 1.000 - 2.400 msnm	
<i>Hybochilus inconspicuus</i>	Epífita con menos de 10 cm de altura. Flores inferiores a 1 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, bosques estacionalmente secos, 1.000 - 1.500 msnm	
<i>Lepanthes mystax</i>	Epífita con menos de 10 cm de altura. Flores inferiores a 1 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, robledales, 1.800 - 3.000 msnm	
<i>Sobralia chysostoma</i>	Terrestre con más de 40 cm de altura. Flores de más de 3 cm de diámetro.	Bosques muy húmedos, bosques nubosos, 0 - 1.050 msnm	

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de Orquídeas endémicas son: regulación del agua, mantenimiento de la calidad del aire, control de la erosión, bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas,

recursos ornamentales. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que los servicios de regulación son los que mejor se podrían identificar con el ecosistema al que pertenecen las orquídeas del CoBAS. Ese ecosistema depende en gran parte de las características edáficas, así como de las condiciones atmosféricas. Por otra parte, se consideran los SE's de abastecimiento que involucran vegetación, ya que esa vegetación puede contribuir a expandir las especies de orquídeas, un ejemplo de esto sería por medio de la polinización. Por los SE's asociados, este EFM posee alto y bajo grado de intervención.

- **Anfibios endémicos**

Los sapos del género *Atelopus* son reconocidos como uno de los grupos de anfibios más vulnerables, con más del 75 por ciento de las especies de este género evaluadas como “En Peligro Crítico” por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). *Atelopus varius* conocida como la rana Arlequín, es una especie endémica de Costa Rica y Panamá, que se creía extinta en Costa Rica desde mediados de los noventa. Después del 2004 se han dado cuatro redescubrimientos de la especie, siendo el CoBAS el sitio del quinto descubrimiento (Jiménez et al., 2019).

Entre las posibles explicaciones que se dieron para la desaparición de la rana arlequín están la pérdida de hábitat, variaciones climáticas y enfermedades fúngicas o por la combinación del estrés climático con la aparición del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) (Jiménez et al., 2019).

Los sitios donde reside esta población están a lo largo de un río ancho, abierto y de corriente rápida, con un bosque ribereño joven y algunos árboles viejos y altos, rodeados de un paisaje perturbado, con solo 10 a 20 m de hábitat de bosque ribereño en algunas áreas. A diferencia de otras poblaciones de *A. varius*, en el CoBAS se ubicaron principalmente sobre el lecho del río, a menudo se encuentran en el follaje, troncos de árboles y bromelias entre 1 y 6 m sobre el agua, tanto de día como de noche (Jiménez et al., 2019).

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de anfibios endémicos son: regulación del agua, mantenimiento de la calidad del aire. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que los servicios de regulación son los que mejor se podrían identificar con el ecosistema al que pertenecen los anfibios endémicos del CoBAS, ya que los anfibios por lo general se encuentran en mayor cantidad en zonas de alta humedad, como por ejemplo cerca de ríos y también es importante tomar en cuenta que son vulnerables a los cambios de temperatura por lo tanto entre menos intervenido se encuentre el espacio es mejor para ellos. Por los SE's asociados, este EFM posee bajo grado de intervención.

- **Aves endémicas**

“La presencia de diferentes palmas y árboles de gran tamaño, como el baco (*Brosimum utile*) y chiricano (*Humiriastrum diguense*) lo hacen el sitio idóneo para la alimentación de los mamíferos” (Mejía, 2017, p.38).

En la finca “Las Nubes” se encuentran aves como el jilguero (*Myadestes melanops*) y además se han recolectado 162 especies de plantas, donde alrededor de 56 especies son de interés forestal. Según Znajda (2000), las especies de aves son: el tucán (*Ramphastos swainsonii*), el carpintero (*Phloeoceastes guatemalencis*), jacamar (*Galbula Ruficauda*) otros, que representan un 35% de las aves presentes en el país, de las cuales un 86% corresponde a aves residentes y un 14% corresponde a aves que son migratorias (Acuña et al., 2017). Algunas de las especies endémicas de aves identificadas en fuentes secundarias para el CoBAS se enlistan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Especies de aves residentes endémicas presentes en el Refugio de Aves Dr. Alexander Skutch “Los Cusingos” (CCT, 2018). SINAC (2018b).

Familia	Especie	Nombre común	Estatus
Psittacidae	<i>Pyrrhura hoffmanni</i>	Perico Aliazulado	Residente - Endémico
Apodidae	<i>Chaetura fumosa</i>	Vencejo de Rabadilla Clara	
Trochilidae	<i>Lophornis adorabilis</i>	Coqueta Crestiblanca	
	<i>Chlorostilbon assimilis</i>	Colibrí Esmeralda Jardinero	
	<i>Amazilia decora</i>	Amazilia Corona de Berilo (Gorrión)	
	<i>Amazilia edward</i>	Amazilia Vientriblanca (Gorrión)	
Trogonidae	<i>Trogon bairdii</i>	Trogón Ventribermejo	
Ramphastidae	<i>Pterglossus frantzii</i>	Tucancillo Piquianaranjado (Cusingo, Cachis, Filí)	
Picidae	<i>Melanerpes chrysauchen</i>	Carpintero Nuquidorado	
	<i>Piculus simplex</i>	Carpintero Alirrufo	
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus bridgesi</i>	Batará Negruzco	
Cotingidae	<i>Cotinga ridgwayi</i>	Cotinga Turquesa	
Pipridae	<i>Manacus aurantiacus</i>	Saltarín Cuellinaranja (Quebrapalos, Hombrecillo)	
Troglodytidae	<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	Soterrey Pechibarretero	
Thraupidae	<i>Ramphocelus costaricensis</i>	Tangara de Cherrie, Tangara costarricense (Sargento)	

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de Aves endémicas son: regulación del agua, mantenimiento de la calidad del aire. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que los servicios de regulación son los que mejor se podrían identificar con el ecosistema al que pertenecen las aves endémicas del CoBAS, ya que a las aves por lo general se suelen encontrar en sitios con

mayor contenido de árboles de los que se alimentan, habitan y utilizan para trasladarse de un lugar a otro, asegurando su protección con respecto a depredadores, cazadores y condiciones climáticas riesgosas. Por los SE's asociados, este EFM posee bajo grado de intervención.

EFM productivos en el CoBAS

- **Agricultura (caña de azúcar)**

“La producción de caña de azúcar nació como una fuente de ingresos alterna al café, especialmente en Santa Elena y Quizarrá” (MAG y ASOCUENCA, 2004 citados en Sosa, 2005, p.9). En el CoBAS predomina el cultivo de caña en terrenos de poca pendiente, localizados al suroeste del área de estudio, principalmente al norte de la comunidad de La Hermosa y en las cercanías del Refugio de Aves Los Cusingos (Acuña et. al, 2017), además de las comunidades anteriormente mencionadas. La caña de azúcar crece satisfactoriamente en una gran variedad de tipos de suelos, pero los más adecuados para este cultivo son los de textura franca o franco arcillosos, bien drenados, profundos, aireados ricos en materia orgánica, topografía plana y semiplana (entre 0-3%) y con pH entre 5,5 y 7,5 (MAG, 1991). No obstante, las parcelas cultivadas en el CoBAS no cumplen estrictamente los requerimientos topográficos para el cultivo de caña, existiendo terrenos que presentan pendientes desde 0% hasta 30%.

En lo que respecta a la edafología y con base en CIA-UCR (2021) y el mapa de Usos de la Tierra elaborado para este TFG (Figura 12), de las 190,53 hectáreas de terreno dedicadas al cultivo de caña de azúcar en el CoBAS, 171,56 hectáreas (90,05%) se encuentran emplazadas en suelos del orden Ultisol/Oxisol y 18,96 hectáreas (9,95%) en suelos de orden Entisol/Inceptisol. El tipo de suelo representa una limitante a tomar en consideración para este cultivo, ya que se requiere constante fertilización y control de acidez anterior y posterior a la siembra. Barrantes y Chaves (2020, p.18) detallan que, “en suelos ultisoles, los contenidos de acidez inducida por la presencia de Aluminio (Al) y Hierro (Fe) son elevados, en tanto que las concentraciones de Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Zinc (Zn) y Azufre (S) son bajas y deficientes en la mayoría de los casos”.

El clima también juega un papel importante para el desarrollo del cultivo ya que esto impacta en los rendimientos agroindustriales de la caña de azúcar. Con base en Holdridge (1979) para Costa Rica, caña de azúcar en el CoBAS se ubica en su mayoría (158,72 hectáreas) dentro de la zona de vida denominada Bosque Muy Húmedo Premontano, la cual presenta temperaturas entre 18 a 24 °C y precipitación entre 2000 y 4000 mm anuales. De acuerdo con MAG (1991), las temperaturas óptimas para la producción de caña de azúcar rondan entre los 32 °C y 38 °C durante la germinación, 32 °C durante el macollamiento (desarrollo inicial del cultivo), 27 °C para el crecimiento y precipitación de 1500 mm anuales bien distribuida durante el período de crecimiento. Considerando lo anterior, se podría afirmar que, debido a las condiciones climáticas y edafológicas existentes en el corredor biológico, la producción de caña de azúcar no genera rendimientos óptimos o presenta dificultades, sobre todo por los costos potenciales para la preparación del suelo.

Si se considera el ámbito regional (región cañera Zona Sur: El General), esta se caracteriza por ser una localidad muy particular que presenta algunas condiciones edafoclimáticas que resultan limitantes y contraproducentes para la producción comercial rentable y competitiva de caña de azúcar. Sin embargo, la región no posee problemas por disponibilidad de agua pues los niveles de precipitación y su distribución durante el año son adecuados (Barrantes y Chaves, 2020).

En 2005 un 45% de la superficie del corredor biológico estaba dedicado a las actividades agropecuarias como café, caña de azúcar o pastizales (Canet-Desanti, 2005). En particular el cultivo de caña para ese año cubría una extensión mayor a las 224 hectáreas distribuidas principalmente en las comunidades de Santa Elena y Quizarrá (Acuña et. al., 2017), además de pequeñas parcelas en las comunidades de San Francisco y San Ignacio. En estas comunidades en particular, las limitaciones dadas por la topografía del terreno pueden ser la razón por la cual este cultivo no se produce a pequeña ni gran escala, situación que se mantiene en la actualidad. En contraparte, Santa Elena, Quizarrá y Montecarlo poseen los suelos más aptos en lo referente a la pendiente del terreno, lo cual se puede considerar como

razón de peso para la consolidación de este cultivo en las comunidades anteriormente mencionadas.

Las comparativas de Uso de la Tierra de los años 2005, 2012, 2016 y 2021 (Cuadro 17) posicionan a Santa Elena, Quizarrá y Montecarlo como las comunidades con mayor extensión de terreno dedicado a este cultivo.

Cuadro 17. Evolución del cultivo de caña de azúcar en el CoBAS. Acuña et. al, (2017) y elaboración propia.

Comunidad	Área cultivada en 2005 (ha)	Área cultivada en 2012 (ha)	Área cultivada en 2016 (ha)	Área cultivada en 2021 (ha)
Montecarlo	0.96	12,82	9,85	10,14
Quizarrá	47.91	43,37	38,27	40,48
San Francisco	1.17	0	2.5	0
San Ignacio	0.29	1,28	1,54	0
Santa Elena	174,35	150,88	175,67	135,77
Santa María	0	0	1.18	0
Santa Marta	0	0	0.02	4.12
Total	224.68	208.37	229.26	190.53

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de agricultura de caña de azúcar es el de agua dulce. Por otro lado, el agua dulce es un recurso empleado durante la producción de caña de azúcar, de ahí su relación. Por los SE's asociados, este EFM posee alto grado de intervención.

- **Agricultura (café)**

La agricultura de café en el CoBAS es considerada entre las principales actividades agrícolas tradicionales de la zona junto con la caña de azúcar, a pesar de la merma en la producción de este grano con el paso de los años. Algunas zonas utilizadas antiguamente para

este uso (agricultura de café), no se logran recuperar, cambiando su uso por otro más rentable (pastos para ganadería, infraestructura para turismo) (Acuña et al, 2017). En su momento, el café era el principal cultivo en la zona y su producción fue identificada como la actividad más importante por la población (Guilcapi, 2013). No obstante, la enfermedad de la Roya del café (*Hemileia vastatrix*) la cual consiste en la aparición de manchas con apariencia amarillenta en la parte superior de la hoja y la formación de un polvo anaranjado en la parte inferior (ICAFÉ, 2020) afectó considerablemente los cultivos, lo cual influyó en la disminución considerable de las tierras dedicadas a la producción café, además de la caída del precio en el mercado internacional, provocando que la actividad sea poco rentable. De acuerdo con Poveda, et al. (2018), la zona presenta fuerte influencia climática del pacífico (región cafetalera Pérez Zeledón) y, por lo tanto, los principales eventos climáticos (déficit hídrico, altas temperaturas, exceso de lluvia en estación lluviosa, humedad relativa) y no climáticos (tipo de suelo, manejo del cultivo, mano de obra, prácticas para el control de plagas) tienen mayor impacto en el sistema productivo durante el desarrollo de cada fase del cultivo.

De acuerdo con (Acuña et al, 2017) en 2005 la extensión de terrenos dedicados al cultivo del café superó las 820 hectáreas (825,8 hectáreas). En 2012 el área del cultivo disminuyó hasta las 586.3 hectáreas, aumentando ligeramente hasta cubrir 637,46 hectáreas en 2016. Para la elaboración del mapa de Usos de la Tierra se cuantificó una extensión aproximada de 265,7 hectáreas de terrenos dedicados al cultivo del café para el año 2021, lo cual representa una disminución considerable (aproximadamente 371 hectáreas) en comparación con datos del año 2016. A pesar de lo anterior, se logró evidenciar mediante trabajo de campo los esfuerzos e inversión económica por parte de algunos agricultores en la renovación de fincas con nuevas variedades de café, como es el caso de la finca Grano Tico, en la comunidad de Santa Elena.

Como parte de las entrevistas con actores clave de Quizarrá, se conoció la iniciativa de varios productores en retornar la producción de café utilizando variedades resistentes a la

roya y cuyos rendimientos resultan mayores en términos de productividad y rentabilidad. Entre las mencionadas se encuentran: Caturra, Catuai, híbrido F1 y Obatá (Cuadro 18). Esta última variedad tiene una peculiaridad (al igual que el híbrido F1) ya que presenta tolerancia a la Roya del café (*Hemileia vastatrix*), además de generar (específicamente la variedad Obatá) producción alta de café con poca disponibilidad de agua y sombra al 30% (ICAFÉ, 2020).

Cuadro 18. Variedades de cafeto y sus características. ICAFÉ, 2020.

Variedad	Aspectos particulares del cafeto	Siembra
Caturra	Porte bajo, entrenudos cortos, tronco grueso poco ramificado, ramas laterales, aspecto vigoroso y compacto, hojas grandes, anchas y oscuras.	5000 o más plantas por hectárea.
Catuai	Porte pequeño y entrenudos cortos, un poco más alto y ancho que el Caturra. Posee potencial de alta producción.	No mayor a 5000 plantas por hectárea.
Híbrido F1	Tronco grueso, porte medio, copa cónica, bandolas largas, entrenudos cortos y follaje abundante. Producción superior en 27% respecto a Caturra y Catuai. Tolerante a la Roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) pero requiere manejo de Antracnosis, Chasparria y Mal de hilachas.	4000 plantas por hectárea: distancias de 2,2 m entre hileras y 1,1 m entre plantas.
Obatá	Porte bajo, bandolas largas. Tiende a producir crecimiento secundario en las bandolas (palmilla), hojas grandes, fruto rojo, de tamaño grande y calidad de bebida muy buena. Tolerante a la Roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) y alta productividad en entornos con hasta 30% de sombra. Requiere manejo de Antracnosis, Chasparria y Mal de hilachas.	Igual o superior a las 5000 plantas por hectárea

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de Agricultura de café son: sentido de lugar y agua dulce. El servicio ecosistémico de sentido de lugar se relaciona con el café porque ha permanecido a lo largo de la historia del CoBAS y su población se siente identificada con ese tipo de actividad agrícola, así mismo los actores clave durante el mapeo participativo reconocieron que el cultivo de café se encuentra inmerso en el paisaje de los asentamientos humanos. Por otro lado, el agua dulce es un recurso empleado durante la producción de café, de ahí su relación. Por los SE's asociados, este EFM posee alto y medio grado de intervención.

- **Infraestructura**

Las comunidades dentro del CoBAS conforman una “mancha urbana” pequeña en comparación con el resto del paisaje eminentemente rural, dominado por pastos para la ganadería, parcelas de dimensiones variables dedicadas a la producción agrícola de café, piña, caña de azúcar y zonas boscosas, algunas de estas bajo algún nivel de protección ambiental amparado por leyes del país. En términos de extensión territorial, la infraestructura existente en el CoBAS (esto incluye casas de habitación, infraestructura agropecuaria y red de caminos tanto cantonales como la Ruta Nacional 326) cubre aproximadamente unas 234 hectáreas (Cuadro 10), menos del 4% (Gráfico 1) de la extensión total del corredor biológico.

Las áreas urbanizadas en el CoBAS se encuentran dispersas, lo cual está asociado directamente a la red vial existente, acceso a servicios y emplazamiento de los poblados (Acuña, et. al, 2017). A pesar de lo anterior, es posible determinar el “centro” de una comunidad a partir de la identificación de infraestructuras clave, como escuelas, plazas deportivas, salones comunales/multiuso o iglesias, además de ser áreas que presentan una mayor concentración de viviendas y que los mismos pobladores consideran como el “centro” de la comunidad a la que pertenecen.

Como producto de comunicaciones personales con actores clave y verificación en campo, se lograron constatar procesos recientes de expansión residencial en tierras anteriormente utilizadas para la agricultura. Se han creado asentamientos nuevos, además de la expansión de barrios existentes, como el caso del Barrio la Paz, ubicado en las afueras de Santa Elena. En el mapa de usos de la tierra elaborado para este trabajo se encuentran identificados los sectores que presentan expansión residencial, el cual se concentra al oeste del Refugio de Aves los Cusingos (Figura 9) y continúa en las márgenes de la Ruta Nacional 326 hasta el conocido “cruce de Santa Elena”. Arauz et al., (2017) consideran el crecimiento de la infraestructura como “una barrera ecológica que interviene en el desplazamiento de las especies” (p. 91). Esto afecta particularmente al Refugio de Aves Los Cusingo, el cual, además de estar flanqueado por el crecimiento inmobiliario del Barrio la Paz al oeste, está

rodeado al norte de parcelas dedicadas al cultivo de caña y noreste de pastizales dedicados a la actividad ganadera. Todo lo anterior se puede corroborar en el mapa de usos de la tierra elaborado en esta investigación.

El abordaje hecho en el CoBAS mediante entrevistas dejó en evidencia la importancia que otorgan los pobladores a las vías de comunicación, las cuales, además de facilitar el crecimiento de los pueblos y el “poder sacar lo que se produce”, genera arraigo de la población por el lugar que habitan, aunque ese sentimiento de pertenencia no aplica de igual manera en todas las comunidades. Aun contemplando los aspectos positivos ya mencionados, las personas entrevistadas mostraron cierto descontento por la poca intervención de la municipalidad en mejorar las vías cantonales, además de problemas propios del crecimiento urbano como el aumento en la circulación de vehículos, aguas residuales y tratamiento inadecuado de desechos sólidos, aunque esto tampoco impacta de igual manera en todas las comunidades, siendo (desde el punto de vista de la población) San Francisco, Quizarrá y Santa Elena las comunidades más afectados.

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de Infraestructura son: sentido de lugar, valores espirituales y religiosos, bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas, recursos ornamentales, valores educativos y agua dulce. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que el SE de sentido de lugar se da en las comunidades porque existe arraigo entre los habitantes y su lugar de residencia, el SE de valores espirituales y el de valores educativos se relacionan porque tanto las iglesias y escuelas son parte de la infraestructura que define el centro de cada comunidad, los SE's de bioquímicos, medicinas farmacéuticas y recursos ornamentales se seleccionaron porque por lo general en las viviendas se acostumbra a tener plantas de esos tipos. Se seleccionó el SE de agua dulce porque por lo general las viviendas del centro de cada comunidad son las que poseen mejor acceso al servicio de agua potable. Por los SE's asociados, este EFM posee alto y medio grado de intervención.

- **Ganadería**

La ganadería es una de las actividades productivas más importantes del corredor biológico, junto con el café y la caña de azúcar (Canet-Desanti, 2005). Abarca la mayor extensión que cualquier otra actividad productiva existente en el CoBAS, con un aproximado de 1665,38 hectáreas. En el año 2016 Acuña et al. (2017) identificaron 1737,5 hectáreas con pastos para ganadería: 745,8 hectáreas de pastos y 991,7 hectáreas de pastos con árboles. En el mapa de usos de la tierra más reciente (elaborado para este trabajo), el terreno dedicado a ganadería disminuyó en 72 hectáreas aproximadamente, sin embargo, se detectaron cambios considerables en las coberturas asociadas a este uso (ganadería), ya que los pastos con árboles disminuyeron en aproximadamente 778,57 hectáreas mientras que los pastos (sin árboles o vegetación similar) aumentaron en 708,45 hectáreas, todo esto en un lapso de cinco años. Sumado a la pérdida de vegetación arbórea en zonas de pastura, se lograron cuantificar afectaciones importantes en riberas de ríos y quebradas, especialmente en la comunidad de Santa Elena (Cuadro 13) que afectan mayoritariamente las márgenes del Río Peñas Blancas y otras quebradas de la comunidad como lo son Quebrada Caño, tributario de quebrada Hermosa y Quebrada Chumpulún, tributario del Río Peñas Blancas.

En lo que respecta a cada comunidad, San Ignacio posee la mayor extensión de terreno dedicado a ganadería con aproximadamente 617,9 hectáreas. En contraparte, Santa María (el sector de la comunidad que se ubica dentro del CoBAS) posee la menor extensión de tierra dedicada a ganadería, únicamente 18,69 hectáreas (Cuadro 19). En cuanto al ganado porcino, existen cinco porquerizas bien establecidas, y que se comercializan en los mercados locales. Tradicionalmente muchos finqueros mantienen uno o dos cerdos para consumo propio o como una pequeña alternativa de ingresos (Sosa, 2005).

Cuadro 19. Extensión de pastos para ganadería por comunidad. Elaboración propia.

Comunidad	Pastos (ha)	Pastos con árboles (ha)	Pastos en área de protección de ríos (ha)*
Montecarlo	281,84	9,74	2,19
Quizarrá	109,42	12,08	1,38
San Francisco	80,49	42,86	0,18
San Ignacio	557,49	60,41	2,78
Santa Elena	384,99	77,16	18,36
Santa María	18,69	0	0,08
Santa Marta	19,33	10,88	0,84
Subtotal	1452,25	213,13	25,81
Total	1665,38		

*Incluye toda cobertura de pastos sin categorizar.

En el CoBAS se da ganadería de tipo extensiva con razas como Brahmán para carne, Pardo Suizo y Holstein, para doble propósito (MAG y ASOCUENCA 2004) (Cuadro 20). Con respecto a la cantidad de cabezas de ganado, no se tiene un dato exacto de bovinos en el CoBAS. Sin embargo, en las Rutas de Conectividad (Peñas Blancas y Caliente) se contabilizaron un total de 251 cabezas de ganado de las cuales 10 corresponden a la producción de leche, 44 son de doble propósito y 197 están sin especificar (Vargas, 2021). En ese mismo año (2021), los terrenos con pastizales dedicados a la ganadería poseían una extensión de 102,7 hectáreas en la Ruta de conectividad del Río Caliente y 84,95 hectáreas en la ruta del Río Peñas blancas, para un total de 187,65 hectáreas o 1,8765 km². Si para ese año, en esa extensión hubo 251 cabezas de ganado, la densidad alcanzó los 133,75 bovinos por km². Si se considera toda la extensión existente de pastos en el CoBAS (1665,38 ha o 16,6538 km²) en el CoBAS y se aplica la densidad de bovinos calculada de las rutas de conectividad, se obtiene un estimado de 2227 cabezas de ganado en terrenos utilizados para

ganadería. A pesar de no ser una cifra confirmada, se logra tener una idea del número de posibles cabezas de ganado por unidad de superficie en el CoBAS.

En cuanto al ganado porcino, existen cinco porquerizas bien establecidas, y que se comercializan en los mercados locales. Tradicionalmente muchos finqueros mantienen uno o dos cerdos para consumo propio o como una pequeña alternativa de ingresos (Sosa, 2005, p.9).

La raza Brahmán, aprovechada para carne, “posee tolerancia al calor y resistencia a los parásitos” (Vallejos, 2018, p.9), además de “soportar entornos con alto porcentaje de humedad y demás condiciones propias del trópico y subtropical continental” (Mendieta, 2021, p.7). En lo que respecta al rendimiento en canal (cantidad de carne aprovechable y vendible expresada como porcentaje del peso vivo del animal) este alcanza el 60% en los toros mientras que en las vacas no sobrepasa el 55% (Perassi, 2017). Expresado de otro modo, por cada 100 kg de peso vivo de un toro Brahmán se puede obtener hasta 60 kg de carne aprovechable para la venta.

Como se mencionó anteriormente, en el CoBAS los bovinos de raza Pardo Suizo y Holstein son empleados en ganadería de doble propósito. De acuerdo con González (2016a), las vacas de Pardo Suizo (que pueden tener un peso entre los 600 y 700 kilogramos) pueden producir entre 6000 y 9000 kg de leche por lactancia (periodo de 10 a 12 meses posterior al parto de la res), siendo esta una leche de alta calidad (con 4.5% de grasa y 3.5% de proteína) y alto contenido en sólidos que resulta especial para elaboración de quesos. Por su parte, las vacas de raza Holstein producen en promedio 8000 kg de leche en periodo de lactancia (aproximadamente 305 días), con un contenido en grasa de 3.7% y 3,15% de proteína (González, 2016a).

Cuadro 20. Razas de ganado bovino empleadas en el CoBAS y algunas características. García, et al., 2019; González, 2016a; González, 2016b; Hernández et al., 2008; MAG y ASOCUENCA, 2004; Perassi, 2017 y elaboración propia.

Raza	País de Procedencia	Masa de la res (kilogramos)	Rendimiento en canal/ producción de leche
Brahmán	Estados Unidos	Vaca: 550-650 Toro: aprox. 1000	Vaca: rendimiento en canal menor al 55% Toro: rendimiento en canal del 60%
Pardo Suizo	Suiza	Vaca: 600-700 Toro: 950-1000	Vaca: 6000-9000 kilos de leche Toro: rendimiento en canal del 54.9%
Holstein	Países Bajos	Vaca: 600-750 Toro: 900-1100	Vaca: 8000 kilos de leche en promedio Toro: rendimiento en canal del 57,9%

Como toda actividad humana que modifica el uso de la tierra, la ganadería en el CoBAS trajo consigo situaciones en lo que respecta a la erosión y degradación del suelo, problemas estudiados anteriormente a la oficialización del CoBAS en 2005. Por mencionar algunos autores, Young (2000) en su estudio titulado “Uso de la Tierra y Calidad del Agua en la Cuenca del Río Peñas Blancas” encontró que el 78% de la cuenca del Río Peñas Blancas dentro del CoBAS (aproximadamente 4514 hectáreas) estaba moderadamente degradada y un 8% se encontraba degradada. La degradación del suelo era resultado principalmente de la ganadería extensiva en áreas marginales, además de la existencia de zonas con conflicto de uso: terrenos de vocación para bosques y conservación utilizados para pastos. ASOCUENCA (2014) resaltó la problemática de actividades como la ganadería, la cual, en conjunto con producción agrícola de caña, café, piña conllevaba en la mayoría de los casos el manejo no adecuado de los recursos generando problemas de degradación de suelos, contaminación del recurso hídrico y poca productividad. Finalmente, en el “Plan de Gestión del Corredor Biológico Alexander Skutch de Costa Rica” (SINAC, 2018b) se planteó la estrategia de ganadería amigable para la restauración de la ribera del río y nacientes, en la cual se fijaron actividades y metas como la identificación y categorización de fincas ganaderas, generación de perfiles de proyecto, búsqueda de financiamiento y conformación de alianzas actores clave vinculados a la gestión del corredor biológico.

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de Ganadería es el de agua dulce. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que la ganadería depende del agua para la producción. Por el SE's asociado, este EFM posee alto grado de intervención.

- **Negocios**

El turismo es una actividad en la que se pueden englobar todos los tipos de SE's ya que motiva a la conservación y restauración de la cultura, protege los recursos naturales a la vez que se convierte en un dinamizador de la economía, más aun considerando el contexto del CoBAS, una zona eminentemente rural en la que su población depende fuertemente de la actividad agrícola y ganadera para su sustento económico.

Con respecto al turismo en el CoBAS, el autor González (2018) identificó un total de 17 emprendimientos que actualmente se encuentran en capacidad de brindar servicios turísticos, además de 14 emprendimientos turísticos potenciales. En total el autor identificó 31 emprendimientos turísticos para el CoBAS. De estos el corredor posee más emprendimientos relacionados con el hospedaje seguido de alimentación y ocio y por otra parte hace falta incentivar el tour agrícola y el tour ecológico que poseen mayor potencial.

Mediante trabajo de campo realizado en 2021 y 2022 se identificaron negocios activos dentro del CoBAS, además de integrar detalles respecto a ubicación, productos y amenidades que ofrecen dichos negocios. En total se identificaron 37 negocios, de los cuales 15 son establecimientos dirigidos a turistas locales y extranjeros. Del total de negocios identificados, 14 se ubican en Santa Elena mientras en el caso opuesto, la comunidad de Santa María no posee negocios emplazados dentro del CoBAS (Anexo 15 y 16).

Una ventaja fundamental que posee el CoBAS para la proliferación de emprendimientos turísticos/comerciales es dada por la facilidad de acceso vial existente en la mayoría de las comunidades que conforman el corredor. La Ruta Nacional 326 (antiguamente en lastre) fue asfaltada entre los años 2020 y 2021, pasando de ser una ruta

nacional solo transitable para vehículos todo terreno y automóvil liviano (solo en estación seca) a ser transitable todo el año y para todo tipo de vehículo. Esta situación pudo verificarse mediante el trabajo de campo, en el cual se recorrieron los 11,39 kilómetros de la ruta nacional ya mencionada y que atraviesa el CoBAS de este a oeste, conectando directa o indirectamente todas las comunidades que conforman el corredor biológico.

Para el caso de turismo rural, de acuerdo con Arauz & Arias (2016) se percibe como “una de las actividades económicas sostenibles que tiene un alto potencial en el COBAS (...) pondría en valor varios de los capitales presentes, al potenciar las capacidades humanas locales, el aprovechamiento sostenible de los atractivos naturales, culturales y sociales; la generación de empleo local, la diversificación de actividades productivas y la generación de recursos económicos” (p.77). Por su parte, Vargas (2021) concluyó que el turismo es denominado por las comunidades del CoBAS como la segunda actividad a desarrollar en orden de prioridad. De la mano de instituciones que se encuentran dentro del CoBAS (comité local, grupos de mujeres productores agrícolas, universidades públicas y privadas, gobierno local) se propone apoyar los emprendimientos turísticos actuales, impulsando por medio de publicidad, asimismo, buscar la mejora de relaciones entre las comunidades y fortalecer los encadenamientos locales para la formación de productos diversificados.

El diseño de una ruta turística para encadenar los emprendimientos sostenibles es una estrategia del Plan de Gestión del 2018 (SINAC, 2018b). Con respecto a este tema González (2018) menciona que el turismo rural es uno de los principales nichos de mercado a los que debería apuntar el CoBAS para su posicionamiento turístico además del ecoturismo. Por esta razón y con el objetivo de que la zonificación contribuya verdaderamente a buscar una integración socio-ecológica, se consideró importante agregar dentro de la zonificación, los negocios que contiene el CoBAS y así tener un punto de partida para planificar e incrementar la posibilidad de generar recursos económicos que benefician a las comunidades.

Servicios ecosistémicos: Dentro de los SE's estudiados se puede decir que los que más concuerdan con el EFM de Negocios son: agua dulce, bioquímicos, medicinas naturales y

farmacéuticas, recursos ornamentales y valores educativos. Para justificar esa elección se tomó en cuenta que los negocios con cercanía a un buen acceso de agua potable pueden ser más exitosos que los que no. El SE de bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas y el de recursos ornamentales pueden dar origen a un negocio en sí mismo a parte de los que ya existen y que se relacionan con ellos. El SE de valores educativos se relaciona con los negocios porque la población con estudios y conciencia ambiental es la más calificada para el manejo de un negocio exitoso dentro del CoBAS. Por los SE's asociados, este EFM posee alto y medio grado de intervención.

VIII. SEGUNDO CAPÍTULO. PROPONER UNA ZONIFICACIÓN DEL CoBAS QUE INTEGRE LOS ELEMENTOS FOCALES DE MANEJO

Para este capítulo se determinaron los sitios más idóneos para cada EFM que permiten describir la zonificación final. Este capítulo se complementó con el paso tres y cuatro de la metodología de LCA de Cole y Stankey (1997) y la primera parte de la selección de los indicadores del paso cinco de la metodología de zonificación del SINAC (2018a). La segunda parte del paso cinco del SINAC corresponde a la forma de medir los indicadores, la cual para este TFG fue por medio de los estándares que se retomaron en el tercer capítulo. Se decidió realizar de esta manera para seguir un orden entre las dos metodologías estudiadas, ya que la metodología del SINAC primero identifica la condición deseada de la zonificación y después los indicadores y la metodología de Cole y Stankey lo realiza a la inversa.

- **Paso 3 de Cole y Stankey (1997). Seleccionar indicadores de condición de los valores naturales y sociales:** Se realiza un inventario de las condiciones existentes del recurso y las condiciones sociales. Estos datos se registran y mapean, y sirven como base para la definición. Para lo anterior, se identifican las variables específicas de los indicadores, que solas o en combinación, se toman como indicativas de la condición de la clase de oportunidad general. Estas medidas permiten a los administradores definir sin ambigüedades las condiciones deseadas y evaluar la eficacia de diversas prácticas de gestión.
- **Paso 5.1 del SINAC (2018a). Identificar indicadores para las condiciones deseadas:** Para cada una de las zonas de manejo y para cada condición deseada y la meta identificada deberán identificarse los indicadores que le permitirán a la Administración del ASP, evaluar el cumplimiento de las condiciones, de conformidad con las intervenciones planteadas. Para esto, es necesario definir un valor mínimo de comparación. Este valor mínimo es definido como el “estándar” a medir periódicamente para la verificación.

Para este TFG se seleccionó el % de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SE's del EFM como los indicadores del estado deseado de las zonas (comunidades) de la propuesta de zonificación.

- **Paso 4 de Cole y Stankey (1997). Realizar un inventario de los indicadores de recursos naturales y sociales existentes:** El inventario de los indicadores consiste en que con base en los resultados del paso tres (selección de indicadores) se elaboran mapas para obtener información localizada y relacionada que permita conocer la condición de los indicadores. En este paso se determina qué se desea conocer y en dónde, también se identifica la unidad de análisis. Estos datos se registran y mapean, y sirven como base para el paso cinco.

Para tomar en cuenta el paso cuatro de Stankey y Cole (1997), en este capítulo se realizaron mapas del posible sitio idóneo para cada EFM los cuales fueron utilizados en un mapa final de la propuesta de zonificación. La forma de llevar a cabo esos mapas fue por medio del software TerrSet de Clark Labs del cual se obtuvo una licencia educativa provista por el profesor Édgar Espinoza de la Escuela de Geografía.

Se utilizó la herramienta de EMC de TerrSet, la cual posibilita representar espacialmente áreas de mayor idoneidad para un determinado objetivo, tomando en cuenta diferentes criterios espaciales. La EMC requirió una investigación exhaustiva de cada criterio a utilizar (la base de esa investigación se realizó en el capítulo uno). El peso o relevancia de cada criterio fue asignado por los investigadores de este TFG junto con una justificación, lo ideal es que la asignación de pesos sea un proceso participativo, debido a dificultades en la frecuencia de realización de las giras y las restricciones de la pandemia de COVID-19, de las entrevistas a la población y actores clave se logró obtener el futuro común deseado de CoBAS adaptativo, el cual se consideró en la elección de los pesos e incluso de los mismos EFM al hacer que cada EFM integrara criterios que permitieran un estado del territorio integral al enfocarse en la conservación ecológica y en la producción. La matriz de pesos que incluye

esta herramienta ayudó a asignar los pesos o, en otras palabras, decidir qué criterio era más importante dentro de cada zona, con mayor eficacia. Esto se consideró óptimo ya que les facilitaría a los gestores del CoBAS llevar un manejo adaptativo de los EFM en cada comunidad, partiendo de percepciones de la población con respecto a las tendencias de los SE's.

Metodología

Selección de indicadores

En la guía de los EAPC, “los indicadores son una entidad medible relacionada a una necesidad de información específica tal como la condición de un EFM, el cambio en una amenaza o el progreso hacia una meta” (CMP, 2013, p.52).

Se seleccionó el indicador de % de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SE's del EFM, el cual es el mismo indicador y la misma fórmula para medirlo replicado en cada una de las comunidades del CoBAS (zonas de la zonificación). Se consideró que ese indicador permite aproximar el estado actual de cada EFM dentro de cada zona de la zonificación (comunidades del CoBAS) para facilitar la toma de decisiones y alcanzar un estado deseado del CoBAS. Para esto era necesario contar con información específica de cada EFM y que el CoBAS fuera un corredor donde se ha llevado a cabo un proceso de gestión lo suficientemente prolongado en el tiempo, ya que según Arguedas (2010), la metodología de LCA no es recomendable para áreas con poca capacidad de gestión; sin embargo, el primer Plan de Gestión del CoBAS es del 2018 y la información que describe el estado actual de cada EFM es escasa. Debido a lo anterior, con el fin de que los indicadores sean medidos por el mismo personal de campo y se pueda mantener la sistematicidad del proceso, se decidió minimizar la complejidad de su medición.

La guía de los EAPC permite relacionar SE's con EFM, por este motivo se escogieron indicadores que se pudieran medir con la percepción de la población sobre la tendencia actual de los SE's. En el tercer capítulo se definió la fórmula para medir los indicadores

incorporando la percepción de la población sobre la tendencia de los SE's, ya que era necesario incluir los estándares en la fórmula.

Descripción del análisis multicriterio

Se seleccionaron EFM ecológicos y productivos con el propósito de que cada uno contribuya a identificar la condición del indicador. Por lo anterior, se tomó la decisión de realizar nueve Evaluaciones Multicriterio (EMC), uno para cada, EFM a saber: la subcuenca del Río Peñas Blancas, anfibios endémicos, aves endémicas, orquídeas endémicas, infraestructura, agrícola de café, negocios, agrícola de caña y ganadería.

“Para alcanzar un objetivo específico, es frecuente que sea necesario evaluar varios criterios, tal procedimiento se llama Evaluación Multicriterio” (Voogd, 1983; Carver, 1991 citado en Manzano et al., 2019, p.198). La forma en que se combinan los criterios está muy influenciada por el objetivo de la decisión. Esto es, “el enfoque del proceso por el cual criterios son seleccionados y combinados para llegar a una evaluación particular, y por el cual varias evaluaciones son comparadas para actuar en consecuencia” (Eastman, 2020, p. 75). Fue en busca del objetivo, que en las entrevistas a actores y población se indagó por el futuro deseado para el CoBAS a quince años. Las técnicas de EMC pueden aplicarse a cualquier ámbito social, económico o ambiental donde se desee tomar decisiones a partir de un conjunto de criterios. Adicionalmente, esta evaluación se puede especializar para aplicarla simultáneamente a distintas zonas de un territorio. “Los SIG facilitan esta tarea, sobre todo desde el formato de datos matriciales o ráster” (Manzano et al., 2019, p.198).

La EMC es comúnmente llevada a cabo mediante dos procedimientos: la Intersección Booleana y la Combinación Lineal Ponderada (WLC, por sus siglas en inglés). La Intersección Booleana domina los enfoques vectoriales para la EMC (factores discretos), mientras que WLC domina las soluciones en sistemas ráster (factores continuos). Pero claramente ninguno es mejor, simplemente “representan dos puntos de vista diferentes sobre el proceso de decisión, lo que puede llamarse una estrategia de decisión” (Eastman, 2020,

p.76). TerrSet también incluye una tercera opción para la evaluación de criterios múltiples, conocida como Promedio Ponderado Ordenado (OWA) (Eastman y Jiang, 1996). “Este método ofrece un espectro completo de estrategias de decisión a lo largo de las dimensiones primarias del grado de compromiso involucrado y el grado de riesgo en la solución” (Eastman, 2020, p.77).

En este trabajo se utilizó el método de WLC, ya que permite mantener la variabilidad de los factores continuos y también posibilita que los factores hagan “*tradeoffs*” o compensaciones unos con otros. Así, un resultado de baja idoneidad de un factor en cualquier zona puede ser compensado por un resultado de alta idoneidad de otro factor. La forma en la que los factores se compensan unos con otros se determina por un set de pesos de factores, el cual indica la importancia relativa de cada factor (Eastman, 2020a).

Criterios para las EMC propuestas

El primer paso para desarrollar el modelo de soporte a las decisiones es seleccionar los criterios. Un criterio es la base de una decisión que se puede medir y evaluar. Es la evidencia sobre la cual un individuo puede ser asignado a un conjunto de decisiones. Los criterios pueden ser de dos tipos, factores y restricciones (Eastman, 2020). Para este TFG se escogieron criterios (Cuadro 21), los cuales fueron asignados a cada EMC de los EFM tomando en cuenta la información recopilada en el primer capítulo.

“Un factor es un criterio que mejora o resta valor a la idoneidad de una alternativa específica para la actividad en consideración. Por lo tanto, se mide más comúnmente en una escala continua” (Eastman, 2020; p.75). Por ejemplo, cuanto más cercanos estén las actividades agropecuarias de los ríos y quebradas, más probabilidad hay de que se contaminen. Para el caso anterior, se realizó un ráster booleano, a la zona de protección de ríos y quebradas se le asignó un valor de cero y a todo el resto del territorio del CoBAS el valor de uno.

Además, se tomaron en cuenta restricciones o limitaciones. “Estas sirven para limitar las alternativas bajo consideración” (Eastman, 2020a; p.75). Un ejemplo de una restricción sería la exclusión de las áreas de protección de ríos y quebradas de la ganadería. Las restricciones se expresaron en forma de un mapa booleano: las áreas excluidas de la consideración se codificaron con un cero (áreas de protección de ríos y quebradas) y las abiertas para su consideración se codificaron con un número uno (el resto del territorio del CoBAS).

Para la obtención y preparación de las capas que representan los criterios identificados y categorizados (según factor o restricción) para cada EFM, se utilizó la información geoespacial y documental del primer capítulo. Se escogieron como factores los SE's y usos de la tierra, entre otras capas, los cuales fue necesario convertir a formato Idrisi (el reconocido por TerrSet), procesados para que representaran cada criterio deseado y, finalmente, ajustados a un formato, resolución y cobertura territorial común para poderlos comparar entre sí. El cuadro 21 describe más información con respecto a la preparación de los criterios para ser normalizados.

Cuadro 21. Criterios escogidos y su preparación para la normalización a escala continua.
Elaboración propia.

Criterios	Método de obtención de la capa	Preparación de capas para la normalización a escala continua
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Valores educativos</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Regulación del agua</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Valores espirituales y religiosos</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Recursos ornamentales</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Sentido de lugar</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Control de la erosión</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Agua dulce</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 2px; margin: 2px;">Mantenimiento de la calidad del aire</div> </div>	<p>Mapeo participativo de servicios ecosistémicos con la población basado en los resultados de los actores clave en la selección de los servicios más importantes realizado en el primer capítulo</p>	<p>Shapefiles estandarizados a una escala continua de idoneidad de 0 (menos idóneo) a 1 (más idóneo) y convertidos a formato ráster, por medio de la herramienta "Reclass" de TerrSet</p>
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; margin: 2px;">Uso agrícola de café</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; margin: 2px;">Uso de ganadería</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; margin: 2px;">Uso agrícola de caña</div> </div>	<p>Mapa de Usos de la Tierra elaborado en el primer capítulo</p>	
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px;">Bosque</div>	<p>Resultado de combinar: bosque forestal, regeneración y plantación forestal</p>	
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px;">Uso de infraestructura</div>	<p>Resultado de combinar: uso urbano con caminos (ancho de vía aproximado)</p>	
<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px;">Caminos</div>	<p>Digitalizados manualmente con ayuda del mapa base de Google Satellite y red de caminos a escala 1:200000 del IGN</p>	
<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px;">Negocios</div>	<p>Realizados con base en observación de campo y datos brindados por el Centro de Investigación Observatorio del Desarrollo (CIOdD)</p>	
<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px;">Zonas de vida (bp-P y bmh-P)</div>	<p>Shapefile de zonas de vida obtenido de Información Geoambiental (CENIGA), del que</p>	

	se tomó en cuenta sólo las zonas de bp-P y bmh-P	
Rutas de conectividad	Realizados con base en información del estudio de Vargas (2019) y Vargas (2021)	
Subcuenca del Río Peñas Blancas	Realizado a partir del shapefile (polígono) de cuencas obtenido de Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) del que se extrajo el área de la Subcuenca Peñas Blancas que contiene al CoBAS	
Área de protección de ríos y quebradas	Realizado a partir de la red fluvial del CoBAS: buffer de 15 metros a cada margen para protección de ríos en zonas rurales	
Geología (Subcuenca del Río Peñas Blancas)	Shapefile de órdenes del suelo obtenido de la Asociación costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS) que fue cortado según el área del CoBAS, y se consideraron los suelos de tipo Ultisol	
Geología (Ganadería)	Shapefile de órdenes del suelo obtenido de la Asociación costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS) que fue cortado según el área del CoBAS, y se consideraron los suelos de tipo Oxisol, Entisol e Inceptisol	
Infraestructura y caminos	Shapefile realizado con la capa uso urbano, que junto con un shape (polígono) del contorno del CoBAS, se obtuvo el resultado de la restricción con la herramienta llamada "Diferencia" del software QGIS	Shapes estandarizados a una escala continua de idoneidad de 0 (menos idóneo) a 1 (más idóneo) y convertidos a formato ráster, por medio de la herramienta "Reclass" de TerrSet.
Índice NDVI	Primero se realizó un NDVI con la herramienta de NDVI de ArcGIS, que junto con un shape (polígono) del contorno del CoBAS, se obtuvo el resultado de la restricción con la herramienta llamada "Diferencia" del software QGIS	En este caso por ser restricciones el área menos idónea es la que posee lo que no se desea que se considere dentro de la EMC, por ejemplo, el área de la geología, infraestructura y caminos, entre otros.

<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Área de protección de ríos y quebradas</div>	<p>Realizado a partir de la red fluvial del CoBAS: buffer de 15 metros para la zona de protección de ríos y quebradas que junto con un shapefile (polígono) del contorno del CoBAS, se obtuvo el resultado de la restricción con la herramienta llamada “Diferencia” del software QGIS</p>	
<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Pendiente</div>	<p>Obtenido a partir de un modelo de elevación digital (DEM) realizado con un shape de curvas de nivel a cada diez metros obtenido del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT). El DEM se introdujo en el software TerrSet y con la herramienta Slope se obtuvo el resultado en formato ráster</p>	<p>No fue necesario estandarizar ya que la función de EMC reconoce rásters</p>
<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Índice NDVI</div>	<p>Shapefile de NDVI realizado con la herramienta de “NDVI” de ArcGIS.</p>	<p>No fue necesario estandarizar ya que la función de EMC reconoce rásters</p>
<p>Simbología</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 5px;">Servicio ecosistémico</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin: 5px;">Usos de la tierra</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin: 5px;">Otros factores</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 5px;">Restricción</div> </div>		

Normalización de factores

Como se puede apreciar en el Cuadro 21, los criterios eran de temáticas y escalas cuantitativas diferentes, por lo anterior fue necesario realizar una normalización de las escalas. Existen diversas técnicas para normalizar los criterios, como lo señalan Gómez y Barredo (2006 citados en Manzano et al., 2019), la forma básica en SIG es una normalización respecto a los valores mínimos y máximos en cada criterio.

Para normalizar los criterios se utilizó la herramienta “Fuzzy” de TerrSet que permite realizar la técnica de normalización por lógica difusa. “Esta se recomienda cuando no está

claro el límite entre categorías” (Manzano et al., 2019, p.199). “Los conjuntos Fuzzy o difusos son conjuntos (o clases) sin límites nítidos; es decir, la transición entre la pertenencia y la no pertenencia a una ubicación del conjunto es gradual” (Zadeh, 1965; Schmucker, 1982 citados en Eastman, 2020a, p.104). “Un conjunto difuso se caracteriza por un grado de pertenencia difuso (también llamado posibilidad) que oscila entre 0,0 y 1,0, lo que indica un aumento continuo desde la no pertenencia hasta la pertenencia total” (Eastman, 2020a, p.104). Por ejemplo, al evaluar si una pendiente es empinada, se puede definir una función de pertenencia difusa tal que una pendiente del 7% tiene una pertenencia de 0, y una pendiente del 30% tiene una pertenencia de 1,0. Entre el 7% y el 30%, la pertenencia difusa de una pendiente aumenta gradualmente en la escala de 0 a 1.

La herramienta Fuzzy se usa para transformar un mapa de distancia desde sitios conocidos, en una imagen de probabilidad (una imagen de asignación de probabilidad básica en apoyo de la hipótesis sitio) (Eastman, 2020a). Para utilizar la herramienta Fuzzy de TerrSet se transformaron los resultados de las normalizaciones descritas (Cuadro 21) (exceptuando las restricciones y el NDVI), a rásters de distancias con la herramienta “Distance” de TerrSet.

Según el comportamiento del criterio respecto al proceso bajo análisis, se debe elegir un tipo de función de pertenencia: sigmoide, en forma de J o lineal, así como la forma en que éste ocurre: monofónicamente creciente, decreciente o simétrica (Eastman, 2020a y Manzano et al., 2019) (Figura 16).

La función sigmoide se produce utilizando una función de coseno. Para esta función Fuzzy requiere las posiciones (a lo largo del eje X) de 4 puntos de control que gobiernan la forma de la curva. Estos se indican como puntos a, b, c y d, y representan los puntos de control a medida que la función de pertenencia se eleva por encima de 0, se acerca a 1, vuelve a caer por debajo de 1 y finalmente se acerca a 0 (Eastman, 2020a).

Con la función en forma de J, la función tiende a 0 pero solo lo alcanza en el infinito. Así, los puntos de control a y d indican los puntos en los que la función alcanza 0,5 en lugar de 0 (Eastman, 2020a).

La función lineal se usa ampliamente en dispositivos electrónicos que anuncian lógica de conjuntos difusos, en parte debido a su simplicidad, pero también en parte debido a la necesidad de monitorear la salida de sensores esencialmente lineales (Eastman, 2020a).

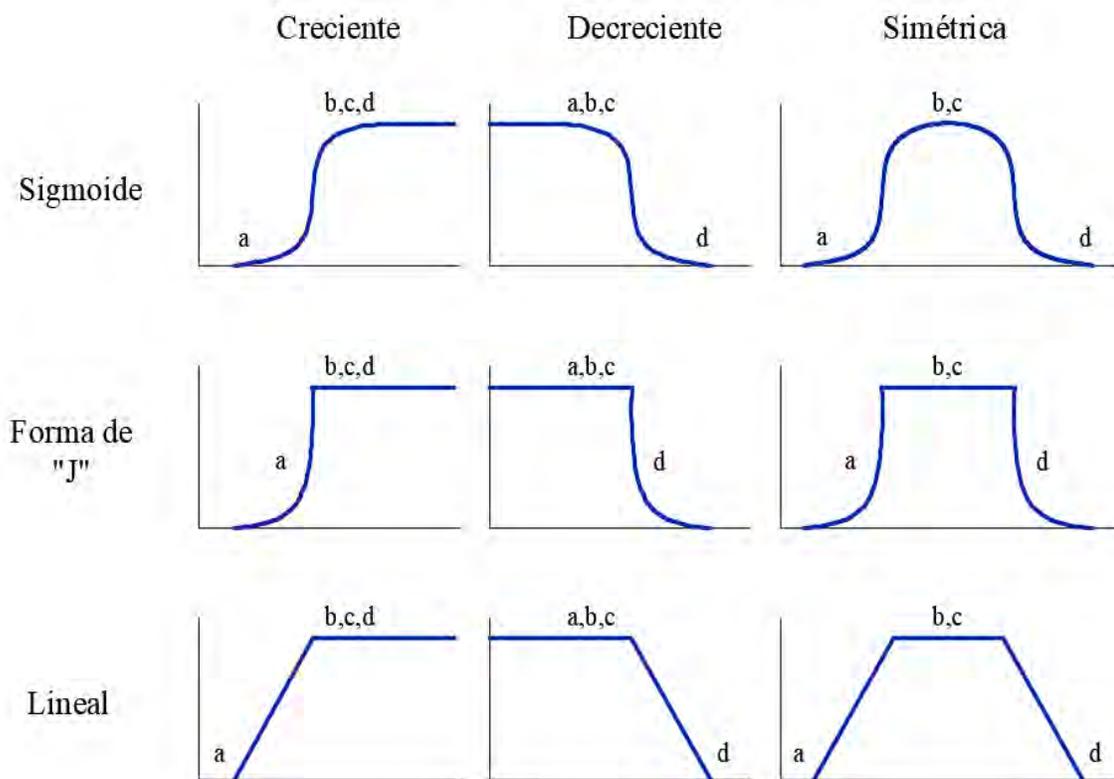


Figura 16. Funciones y formas propias de la normalización por lógica difusa. Elaboración propia a partir de Eastman (2020a) y Manzano et al. (2019).

En de los puntos de control escogidos para la normalización (todos excepto restricciones y NDVI), se escogió una función Sigmoide de forma Monótonamente decreciente (Cuadro 22). Lo anterior, ya que el interés para la zonificación final es que logre visibilizar los sitios específicos más aptos y homogéneos para cada zona ya que al ser el

CoBAS un corredor donde confluyen diferentes usos e intereses, visibilizar las zonas más aptas, es una forma de focalizar los esfuerzos para la visión futura de CoBAS adaptativo. Por otro lado, si se consideraban puntos de inflexión menos restrictivos, se iba a obtener como resultado zonas amplias y heterogéneas que posiblemente abarcaran todo el corredor y que a la vez dificultan su manejo.

Cuadro 22. Puntos de control para cada factor de las EMC.

Criterio	Forma de la función	Tipo de función	Puntos de control
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Valores educativos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Regulación del agua</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Valores espirituales y religiosos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Recursos ornamentales</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Sentido de lugar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Control de la erosión</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Agua dulce</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Mantenimiento de la calidad del aire</div> </div>	Monótonamente decreciente	Forma de J	c: 330 m; d: 40 m
<p style="text-align: center;">Factores de Negocios e Infraestructura</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Valores educativos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Regulación del agua</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Valores espirituales y religiosos</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Recursos ornamentales</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Sentido de lugar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Control de la erosión</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Agua dulce</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Mantenimiento de la calidad del aire</div> </div>	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0 m; d: 370 m

<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Uso agrícola de café</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Uso de ganadería</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Uso agrícola de caña</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Bosque</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Uso de infraestructura</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid blue; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Subcuenca del Río Peñas Blancas</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid blue; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Área de protección de ríos y quebradas</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid blue; padding: 2px;">Rutas de conectividad</div> </div>	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0 m; d: 140 m
Camino	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0 m; d: 27 m
Negocios	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0 m; d: 440 m
Zonas de vida (bp-P y bmh-P)	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0 m; d: 4800 m
Geología	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0 m; d: 140 m
Pendiente (infraestructura y negocios)	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0%; d: 37%
Pendiente (caña de azúcar)	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0%; d: 07%
Pendiente (ganadería)	Monótonamente decreciente	Sigmoidal	c: 0%; d: 37%
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Infraestructura y caminos</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Área de protección de ríos y quebradas</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Índice NDVI</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Geología</div> <div style="width: 50%; border: 1px solid blue; padding: 2px;">Índice NDVI</div> </div>	-	-	-
<p>Simbología</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin: 2px;">Servicio ecosistémico</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin: 2px;">Usos de la tierra</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin: 2px;">Otros factores</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin: 2px;">Restricción</div> </div>			

Matriz de comparación de factores por pares para la asignación de pesos dentro de cada EMC

Una vez normalizados todos los criterios, el paso final es realizar la evaluación. En la WLC lo que se hace es multiplicar cada criterio de tipo factor (cada valor de celda) por un peso específico definido previamente, y después sumar los resultados de la multiplicación aplicada a todos los factores. La capa resultante se multiplica por las capas de restricciones (que son capas booleanas) y se obtiene el resultado final de la evaluación multicriterio (Gómez y Barredo, 2006, citados en Manzano et al., 2019).

Respecto a la evaluación de los factores, hay diferentes formas de determinar el peso que manifiestan en la dinámica del proceso bajo análisis. La forma más simple es otorgar el mismo peso a cada factor. Otra alternativa es el proceso de jerarquías analíticas de Saaty (Manzano et al., 2019). En este trabajo se propuso aprovechar la información obtenida en el primer capítulo para justificar la selección de los pesos.

Para asignar pesos a los criterios en la EMC, TerrSet utiliza el procedimiento de las jerarquías analíticas de Thomas Saaty (1997) (Eastman, 2020a). Ese procedimiento propone darle importancia a cada variable, según su análisis jerárquico; es decir, la ponderación se establece según la importancia de los elementos y la asignación dada de los pesos. A cada criterio se le otorga un porcentaje de influencia y no se excluyen entre sí, poseen la misma validez (Solano-Monge, 2017).

El método de jerarquías analíticas se hace por comparaciones binarias de criterios. Se establece una matriz de los factores por los factores dándoles un valor de importancia. El método Saaty permite emplear desde 3 hasta 15 variables. En cada par de criterios binarios se establece un orden de categorías según la escala de valor de juicios de Saaty (Cuadro 23). Los valores van desde 1 hasta 9, los valores 2, 4, 6 y 8 son valores intermedios entre las escalas; por lo tanto, a cada par de variables se le da una escala de medición (Gómez & Barredo, 2005 citado en Solano-Monge, 2017). Dado un valor, su inverso representa la

preferencia de un factor respecto al otro, lo cual permite construir una matriz cuyos elementos son simétricos respecto a una diagonal unitaria denominada matriz de comparación de criterios por pares (Achinelli et al., 2011).

Cuadro 23. Escala de medición para criterios binarios del método de jerarquías analíticas de Thomas Saaty. Elaboración propia a partir de Eastman (2020a) y Solano-Monge (2017).

Escala cuando el factor es más importante	Significado	Escala cuando el factor es menos importante	Significado
1	Tanto el factor de la fila como el de la columna, son igualmente importantes	1	Tanto el factor de la fila como el de la columna, son igualmente importantes
3	El factor de la fila es ligeramente más importante que el de la columna	1/3	El factor de la columna es ligeramente más importante que el de la fila
5	El factor de la fila es notablemente más importante que el de la columna	1/5	El factor de la columna es notablemente más importante que el de la fila
7	El factor de la fila es demostrablemente más importante que el de la columna	1/7	El factor de la columna es demostrablemente más importante que el de la fila
9	El factor de la fila es absolutamente más importante que el de la columna	1/9	El factor de la columna es absolutamente más importante que el de la fila
2,4,6,8	Valores intermedios entre escalas de juicio de valor que favorecen al factor de la fila	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	Valores intermedios entre escalas de juicio de valor que favorecen al factor de la columna

Los pesos pueden ser desarrollados por un individuo o grupo que comparen todos los emparejamientos posibles e ingresen las calificaciones en una matriz de comparación por pares. Dado que la matriz es simétrica, sólo es necesario completar la mitad triangular inferior. Las celdas restantes son simplemente los recíprocos de la mitad triangular inferior, por ejemplo, según se puede observar en el Cuadro 24, dado que la calificación de las rutas

de conectividad para el (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) NDVI es de un tercio, la calificación del NDVI en relación con las rutas de conectividad fue de tres. Para la decisión de los pesos se puede utilizar evidencia empírica sobre la eficacia relativa de un par de factores (Eastman, 2020a).

Cuadro 24. Matriz de comparación de criterios por pares para los anfibios endémicos. Elaboración propia.

	Regulación del agua	NDVI	Calidad del aire	Rutas de conectividad	Área de protección de ríos
Regulación del agua	1				
NDVI	1	1			
Calidad del aire	1/2	1/2	1		
Rutas de conectividad	1/2	1/3	1/3	1	
Área de protección de ríos	1	1	2	1	1

Como parte de la justificación para asignar los pesos de cada factor, durante las entrevistas a los actores clave se les pidió a estos que ubicaran tanto SE's como usos de la tierra en el CoBAS, por medio de los resultados obtenidos se realizaron comparaciones entre los SE's y los usos que permitieron entender mejor el contexto del CoBAS.

Luego, se calculó el vector propio principal de la matriz de comparación por pares para producir un conjunto de ponderaciones de mejor ajuste. Se puede lograr una buena aproximación a este resultado calculando los pesos con cada columna y luego promediando sobre todas las columnas. Por ejemplo, si se suman las cifras de la primera columna el resultado es igual a cuatro. Dividir cada una de las entradas de la primera columna por cuatro arroja pesos de 0,25, 0,25, 0,12, 0,12 y 0,25 (compare con el cuadro 25). Repetir esto para cada columna y promediar los pesos de las columnas suele dar una buena aproximación a los

valores calculados por el vector propio principal. En el procedimiento de EMC utilizando una combinación lineal ponderada, es necesario que los pesos sumen uno (Eastman, 2020a).

Cuadro 25. Ejemplo de pesos de los factores para los Anfibios endémicos y resultado de la relación de consistencia. Elaboración propia.

Regulación del agua	0.2414
NDVI	0.2627
Calidad del aire	0.1633
Rutas de conectividad	0.1126
Área de protección de ríos	0.2201
Total	1
Relación de consistencia	0.06 (la consistencia es aceptable)

Dado que la matriz de comparación por pares completa contiene múltiples caminos por los cuales se puede evaluar la importancia relativa de los criterios, también es posible determinar el grado de consistencia que se ha utilizado en el desarrollo de las calificaciones. Saaty (1977) indica el procedimiento mediante el cual se puede producir un índice de consistencia, conocido como razón de consistencia. El índice de consistencia (CR) indica la probabilidad de que las calificaciones de la matriz se hayan generado aleatoriamente. Saaty indica que las matrices con índices CR superiores a 0,10 deben ser reevaluadas. Además del índice de consistencia general, también es posible analizar la matriz para determinar dónde surgen las inconsistencias (Eastman, 2020a).

Propuesta de zonificación

Para la propuesta de zonificación se utilizó el módulo de TerrSet denominado Problema de Asignación de Tierras con Objetivos Múltiples (MOLA, por sus siglas en inglés). Este módulo resuelve simultáneamente áreas donde múltiples objetivos entran en

conflicto. Lo hace de manera que proporciona la mejor solución global para todos los objetivos (Eastman, 2020b).

Una vez creados los mapas de idoneidad multicriterio para cada EFM, se puede abordar el MOLA. Para esto MOLA requiere el nombre del mapa de idoneidad (Zonificación del CoBAS adaptativo), los nombres de los objetivos (en este trabajo: EFM), el peso relativo que se asignó a cada uno y el área que se asignó a cada uno (valor en número de píxeles). Luego, el módulo emprende el procedimiento repetitivo de asignar las celdas mejor clasificadas a cada objetivo de acuerdo con las metas del área, buscando conflictos y resolviéndolos con base en la lógica ponderada de la distancia mínima al punto ideal. MOLA también brinda la opción de una solución contigua y brinda la capacidad de controlar su compacidad (Eastman, 2020a).

Para el peso se utilizó la herramienta “Weight” de TerrSet la cual permitió ingresar las nueve EMC en una matriz de pesos y obtener nueve pesos diferentes (Cuadro 26). Los EFM con áreas más bajas presentaron idoneidades bajas y los más altos idoneidades más altas por ese motivo conforme se fueron ejecutando los resultados en el módulo MOLA se fueron cambiando los pesos entre las EMC hasta lograr un resultado acorde con el estado deseado del CoBAS adaptativo (ver la justificación de los pesos asignados en el Cuadro 26).

Para el área de cada EFM se necesitó averiguar la cantidad de píxeles de cada EMC, estas capas se transformaron a formato shapefile y con la calculadora de QGIS se obtuvo su área total en km^2 . Luego, cada una de las áreas se dividió entre la resolución del píxel que era de 8.9862 m^2 (Cuadro 26).

Al realizar la operación con el módulo MOLA se presentó una limitación en la cantidad de píxeles a considerar porque no se aceptó introducir cantidades superiores a seis cifras numéricas y algunos de los resultados de las EMC sobrepasaban esa cantidad. Aun así, solo era necesario clasificar un área de 60km que es aproximadamente lo que mide el CoBAS. Con el fin de seleccionar áreas que fueran proporcionales entre sí, se tomó el total de píxeles

de cada EMC y se obtuvo su correspondiente valor con 60km como 100%. Las cantidades obtenidas continuaban sobrepasando el límite de píxeles aceptados y se observó que la EMC de mayor extensión llegaba a las seis cifras (cantidad aceptada por MOLA) a los 38 km². Junto con cada mapa de idoneidad, MOLA generaba los porcentajes de idoneidad para cada EFM (Cuadro 26). Conforme se fueron realizando pruebas con otras áreas menores a 38km², se notó que el porcentaje de idoneidad disminuía entre más alta el área a considerar; con un área de 38km² el total de idoneidad era de 83.32% y a los 24km² incrementó a los 93.59%. Por el motivo de que se consideró necesario obtener el área más idónea, pero a la vez que fuera posible visualizarla en el mapa, se definió un área de 24km² para la propuesta de zonificación final del CoBAS. Lo anterior es la razón principal de que el mapa de zonificación se limitara a unos espacios no pudiendo cubrir la totalidad del CoBAS, otras razones fueron los pesos asignados a cada EFM dentro de MOLA, así como restricciones y pesos dados a los EFM dentro de cada EMC.

Cuadro 26. Pesos, área asignada en km² a cada resultado de las EMC en MOLA y su justificación. Elaboración propia.

EFM	Número de píxeles	Píxeles (km²)	Peso	Idoneidad (%)	Idoneidad	Idoneidad (km²)	Justificación
Negocios	139232	1.25	0.2935	3.83	102585	0.92	Obtuvo la idoneidad más baja y se buscó darle prioridad con el peso más alto por ser de importancia para el desarrollo comunal y potencial sostenible. Podría generar beneficios sociales y ecológicos.
Infraestructura	114666	1.03	0.1933	4.85	129789	1.16	Se le asignó el segundo peso más alto por presentar una situación

							similar a los Negocios con respecto al área. El uso de infraestructura podría complementarse con el de los negocios por ser los que poseen servicios públicos de mejor acceso.
Orquídeas endémicas	336185	3.02	0.1571	6.25	167216	1.50	Se le asignó el tercer peso más alto por poseer aptitud para los negocios de plantas ornamentales cerca del uso urbano y de manera sostenible.
Anfibios endémicos	497226	4.46	0.1047	15.62	417942	3.75	Se le asignó el cuarto peso más alto por ser un EFM que, aunque es importante para mantener el corredor en óptimas condiciones ecológicas, es necesario darle su espacio ya que es uno de los que menos se han estudiado en el CoBAS.
Aves endémicas	618770	5.55	0.0852	23.25	622128	5.58	Se le asignó el quinto peso más alto para que siguiera representando la idoneidad más alta entre todos los demás. Por ser el EFM ecológico más estudiado dentro del CoBAS, se consideró

							importante para mantener una alta aptitud ecológica que beneficiaría a otras especies.
Ganadería	366852	3.29	0.0686	17.26	461738	4.14	Se le asignó el sexto peso por formar parte de un uso de la tierra que ocupa el segundo lugar a nivel de extensión en el CoBAS y es la actividad agropecuaria de la que se obtiene más ganancia, pero es difícil relocalizar y disminuir.
Subcuenca del Río Peñas Blancas	211055	1.89	0.0413	7.89	211055	1.89	Se le asignó el séptimo peso porque lo que se pretendía conservar con ese EFM era la calidad del agua que se da posiblemente con más influencia en la parte alta del CoBAS y en zonas poco habitadas lo cual se puede complementar bien con el área de los otros EFM.
Agricultura de caña de azúcar	201448	1.81	0.036	7.53	201448	1.81	Se le asignó el octavo peso por ser una actividad agrícola cuya área variaba poco con el peso, quizá porque era una EMC que contenía muy pocos factores y uno de ellos fue el uso agrícola de caña que entró poco en compromiso con los

							demás EFM. Así mismo, el uso de caña de azúcar es complejo de convertir en sostenible.
Agricultura de café	190423	1.71	0.0203	7.12	190423	1.71	Se le asignó el último peso ya que el resultado del área idónea de este EFM variaba muy poco sin importar el peso, quizá debido a la misma razón de la agricultura de caña de azúcar. La Agricultura de café es importante por su potencial de ser menos dañina para el ambiente según se practique. Por eso el que posea el peso más bajo no significa que sea la menos deseada en el CoBAS.
Total	2675857	24.00	1	93.59	2504324	22.46	

La idoneidad de la Subcuenca del Río Peñas Blancas terminó siendo superior a la obtenida por MOLA porque adicionalmente se consideraron dentro de este EFM los ríos y quebradas. Lo anterior porque el término de subcuenca compone casi la totalidad del CoBAS y se buscó enfocarlo hacia la calidad del agua de la subcuenca.

Para realizar la función Fuzzy, EMC, y MOLA se utilizó la herramienta Modelador de Dependencia Espacial (SDM, por sus siglas en inglés) de TerrSet, que es un entorno gráfico para el soporte de decisiones y está en el centro de importancia del sistema integrado de soporte de decisiones ambientales (Eastman, 2020a). El SDM utiliza el lenguaje y la lógica desarrollados en torno a las herramientas de soporte de decisiones de TerrSet, incluido el desarrollo de factores y restricciones con herramientas como FUZZY y RECLASS, la

combinación de factores para producir mapas de idoneidad con la herramienta EMC y la combinación adicional de múltiples objetivos con la herramienta MOLA. Utilizando el SDM se creó un modelo para cada EMC y para el MOLA. Para cada modelo de la función EMC se introdujeron rásters de distancias de las variables, se ligaron a una operación Fuzzy, lo que dio como resultado los factores y estos últimos se ligaron a una función EMC, la cual al ejecutarse daba como resultado el mapa de EMC del EFM (Figura 17). Se utilizó el SDM para la propuesta de zonificación final con el módulo MOLA en el que cada resultado de las EMC se introdujo como objetivo y se asociaron a una función MOLA.

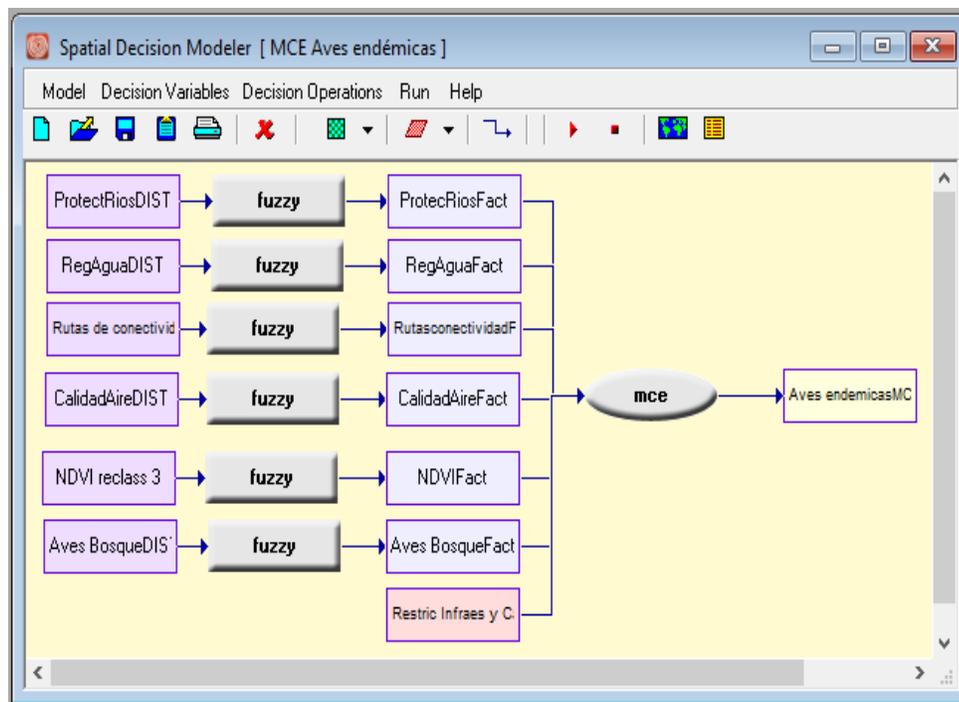


Figura 17. Visualización del modelo de EMC de Aves endémicas con la herramienta Modelado Espacial de Decisión del software TerrSet. Elaboración propia.

Debido a que el resultado de la capa de la propuesta de zonificación final contenía áreas con píxeles poco agrupados, se contempló necesario borrar algunos píxeles que no tenían una agrupación definida con el fin de mejorar la claridad de las áreas de cada EFM. Por lo anterior, el área idónea se pudo haber afectado ligeramente.

Se decidió aprovechar que cada comunidad tiene su territorio delimitado y con características específicas, para las UGM que representan el territorio de cada comunidad constituyeran las zonas de la propuesta de zonificación. Además, fue la forma que se consideró más viable para que en el futuro los gestores del CoBAS puedan mantener los EFM en su estado deseado y en sus sitios idóneos (más detalle sobre el estado deseado de los EFM en el tercer capítulo).

Resultados

Definición del objetivo general del modelo de análisis multicriterio

Los resultados de la visión común del CoBAS fueron utilizados para escoger el objetivo general de la zonificación. Al preguntarle a los actores clave cuál era a su parecer el futuro deseado a quince años, el 84 % escogió la opción de CoBAS adaptativo; solo el 8% escogió el escenario de conocimiento global y otro 8% escogió el de marca CoBAS. Con respecto a la respuesta de la población entrevistada, el 91% también concuerda que el futuro deseado es el de CoBAS adaptativo y solo el 9% escogió la opción de Conocimiento global. En ambos casos la mayoría concuerda en que el futuro deseado en el corredor sería uno en el que todos los involucrados, incluyendo el ambiente y las especies de flora y fauna fueran beneficiados y quizá los que seleccionaron el futuro del conocimiento global opinan que un paso fundamental para llegar a un futuro armónico es tener el conocimiento ideal, tecnología, experiencia y análisis, para obtener como resultado final un futuro de CoBAS adaptativo. Con respecto a los actores clave que seleccionaron la opción de marca CoBAS puede deberse a que la comunidad de Quizarrá no ha presentado crecimiento poblacional desde hace varios años, y el desarrollo comunal ha sido muy lento (Hernández & Rojas, 2019) (Cuadro 26).

En un estudio de Guilcapi (2013), se logró obtener la visión del futuro en las comunidades del corredor, la cual gira en relación a los capitales construido, humano y natural. El arreglo de los caminos es el principal cambio que les gustaría observar durante los próximos años, así como escuelas más grandes, mejores casas y la creación de espacios de

recreación. Diez personas mostraron preocupación al reconocer la falta de organización en las comunidades para tratar temas como las drogas y robos, que pueden llegar a perder la tranquilidad de la zona. Y en relación a la naturaleza, la gente espera que se mantenga la belleza alrededor de las comunidades, tal y como se expresó en frases como: “que la comunidad sea más verde”, más bonita por la naturaleza que tenemos”.

Cuadro 27. Comentarios de la población con respecto al futuro común deseado por cada comunidad del CoBAS. Elaboración propia.

Comunidad	Comentarios de la población con respecto al futuro común deseado para el CoBAS
Montecarlo	Los cafetales son un gran daño, más que todo. La población podría sustituir el ganado por la agricultura. Hay muchos insectos. Debe haber más turismo.
Quizarrá	Se necesita más empleo. Se ha dejado bosque. Sería bueno que se encuentre la manera de vivir sin destruir la naturaleza.
San Francisco	El gobierno les da todo a la gente, la gente no busca como surgir. El CoBAS árido es el futuro realista. El CoBAS árido es el futuro realista. Sería bueno que lo agrícola se comparta entre la población como en el caso de la piñera. Sería bueno que el ambiente fuera más tranquilo, seguro y sin drogas.
Santa Elena	Actualmente hay mucho egoísmo. Sería bueno que arreglaran la calle ya que se da un polvazal en verano y un barrial en invierno. Deberían dejar el límite de protección del río. Falta recreación en Santa Elena. Siempre hay moscas por el ganado. Las personas se intentan involucrar para ver beneficios de lo sostenible.
Santa Marta	Falta que los de la piñera se involucren en querer conservar los recursos. Se debe dar educación ambiental a los nuevos residentes del corredor. Hace falta continuidad y gente comprometida. Se debería de asesorar mejor a la gente. Se necesita educación ambiental.

Cuadro 28. Escenarios deseados para el CoBAS a quince años según actores clave y la población. Elaboración propia.

Escenario deseado a quince años para el CoBAS	Futuro deseado para el CoBAS según los actores clave	Futuro deseado para el CoBAS según la población
CoBAS adaptativo	84%	91%
Conocimiento global	8%	9%
Marca CoBAS	8%	0%

Para utilizar los LCA en la zonificación y debido a la multiplicidad de variables a considerar, se propuso realizar la zonificación con el escenario de CoBAS adaptativo como objetivo general de la zonificación y dividido en dos partes: 1) Donde los objetivos específicos de las EMC son los EFM con sus correspondientes criterios asociados y 2) Donde los resultados de las EMC anteriores se utilicen en un MOLA conjunto.

Resultado de los criterios para las EMC propuestas

El cuadro 28 y 29 contienen los pesos y criterios asignados con una justificación sobre los resultados de las EMC de cada EFM. Haber tomado en cuenta la información obtenida en el primer capítulo para realizar una EMC con cada EFM fue satisfactoria ya que el resultado logró identificar los sitios (determinados por los criterios) considerados con mayor probabilidad para localizar cada EFM (Figura 18 y 19).

Resultados de las EMC de los EFM ecológicos

Con respecto a los EFM ecológicos en general la mayor zona idónea fueron las rutas de conectividad (Figura 18), quizá debido a que hubo capas sobrepuestas en ese sitio, como por ejemplo las de protección de ríos y quebradas, rutas de conectividad, NDVI y bosque.

Con respecto a los anfibios endémicos la zona mayormente idónea fue la de los ríos Peñas Blancas y Caliente que forman parte de las rutas de conectividad. También hubieron

SE's que al sobreponerse con las rutas de conectividad y área de protección de ríos y quebradas dieron origen a zonas altamente idóneas.

Con respecto a las aves endémicas, se obtuvo un resultado similar a los anfibios con la diferencia de que aumentó la idoneidad en las rutas de conectividad y en el área de protección de ríos y quebradas.

Con respecto a la Subcuenca del Río Peñas Blancas, el área más idónea fue la parte mayormente alta al norte del CoBAS, los SE's tomados en cuenta para esa EMC también coincidieron con la parte alta, así como con los sitios donde se la cobertura boscosa era más continua.

El área más idónea para las orquídeas endémicas fue la parte central del CoBAS justificada por el gusto que poseen los habitantes por las plantas ornamentales y por las condiciones frías de la parte norte que pueden de alguna manera limitar la existencia de orquídeas, así como también los sitios de fragmentación ecológica.

Cuadro 29. EFM ecológicos, criterios, restricciones, pesos y su justificación. Elaboración propia.

EFM de Subcuenca del Río Peñas Blancas (relación de consistencia de los pesos = 0.10)		
Criterio	Peso	Justificación (criterio / peso)
NDVI	0.2220	Criterio: Se tomó en cuenta el NDVI ya que a mayor vigor vegetal mayor probabilidad de que la calidad del agua sea buena.
		Peso: Se le asignó el peso mayor porque de los demás criterios es el que se consideró que describe de una manera más completa el contexto de mejor calidad del agua.
Subcuenca del Río Peñas Blancas	0.1299	Criterio: Se tomó el área de la Subcuenca del Río Peñas Blancas haciendo énfasis en la calidad del agua de esta con el fin de centrar la extensión del resultado en ese sitio.
		Peso: Se le asignó el segundo peso más alto porque se consideró importante que la mayor cantidad de área de la subcuenca con un NDVI alto, participe en la EMC.

Mantenimiento de la calidad del aire*	0.1228	Criterio: La calidad del agua depende de que el ambiente en general sea limpio y el aire es una parte importante del ciclo hidrológico
		Peso: Se le dio el tercer peso más alto porque la calidad del aire tiene más probabilidad de determinar una buena calidad del agua dentro del CoBAS que los demás criterios con pesos menores.
Geología	0.1647	Criterio: Se consideró importante incluir el suelo de tipo Ultisol porque conforma la zona más inhabitada del CoBAS y es la más cercana a las fuentes de agua potable, lo que la hace más apta para encontrar buena calidad del agua.
		Peso: Se le dio el cuarto peso más alto porque define un área más amplia y por ende con mayor probabilidad de que la EMC cubra más territorio en comparación con los criterios de pesos menores.
Sentido de lugar*	0.1148	Criterio: Se tomó en cuenta el sentido de lugar ya que probablemente la calidad del agua sea mayor cerca de los habitantes que sienten más apego al CoBAS.
		Peso: Se le dio el quinto peso porque es importante que la mayor cantidad de población que siente apego a lo largo de la red fluvial sea considerada ya que probablemente son los que más la van a conservar.
Regulación del agua*	0.0919	Criterio: Se tomó en cuenta porque la calidad del agua depende de que exista una buena regulación del agua, aunque sea con base en percepciones de la población.
		Peso: Se le dio el quinto peso porque el área de este factor era limitada y centrada en la parte norte del CoBAS debido a que se basó en puntos ubicados en las entrevistas a la población, por lo tanto, posee menor área de influencia que los factores de pesos más altos.
Área de protección de ríos y quebradas	0.0732	Criterio: Se tomó en cuenta porque es una zona que por su designación legal tiende a dedicarse a la conservación.
		Peso: Se le dio el séptimo peso porque dentro del CoBAS hay sitios en los que no se respeta la conservación que debería tener esa área y la calidad del agua.
Control de la erosión*	0.0426	Criterio: Se tomó en cuenta porque es probable que los sitios con mayor control de la erosión posean una alta calidad del agua.
		Peso: Se le dio el octavo peso por una situación similar con la regulación del agua además de que se percibió mayor escepticismo entre la población con ese SE en particular.
Rutas de conectividad	0.0382	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay más probabilidad de que se deje espacio a la regeneración ecológica y conservación dentro de las rutas de conectividad.
		Peso: Se le dio el último peso porque la conectividad se da en mayor medida en la Ruta de conectividad del Río Caliente, sin embargo, en tramos de esa ruta se interrumpe por un uso de ganadería, mientras que en la Ruta del Río Peñas Blancas habita la mayor parte de la población y en la parte central existe mayor

		diversidad de usos de la tierra.
Infraestructura y caminos	-	Restricción: Esta capa se consideró como restricción porque son sitios ocupados por un uso muy poco modificable, las oportunidades de dedicar esos sitios a otro uso son limitada y los asentamientos humanos constituyen una parte importante dentro del futuro deseado del CoBAS adaptativo.
EFM de Anfibios endémicos (relación de consistencia de los pesos = 0.06)		
NDVI	0.2627	Criterio: Se tomó como criterio porque a mayor vigor vegetal mayor probabilidad de que se cree un ambiente apto para los anfibios endémicos.
		Peso: Se le asignó el peso mayor porque de los demás criterios es el que se consideró que describe de una manera más completa el contexto de mejor calidad ecológica para que los anfibios endémicos habiten.
Regulación del agua*	0.2414	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay mayor probabilidad de encontrar anfibios donde se da una buena regulación del agua.
		Peso: Se le dio el segundo peso más alto porque los anfibios dependen de buena salud ecológica en las riveras de los ríos y quebradas, las cuales poseen un ambiente mayoritariamente húmedo.
Área de protección de ríos y quebradas	0.2201	Criterio: Se tomó en cuenta porque es el lugar en el que habitan los anfibios.
		Peso: Se le dio el tercer peso porque hay una fuerte correlación con poblaciones de la rana arlequín que se encontraron a una distancia de seis metros de los ríos en el CoBAS. Sin embargo, dentro del CoBAS hay sitios en los que no se respeta la conservación que debería tener esa área.
Mantenimiento de la calidad del aire*	0.1633	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay mayor probabilidad de encontrar anfibios donde se da una buena calidad del aire.
		Peso: Se le dio el cuarto peso porque el aire es un elemento vital para los anfibios, pero en el CoBAS se dan temporadas en las que la calidad del aire se puede ver afectada y esto puede motivar que estos busquen mejores sitios de paso.
Rutas de conectividad	0.1126	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay más probabilidad de que se deje espacio a la conservación dentro de las rutas de conectividad.
		Peso: Se le dio el último peso porque la conectividad se da en mayor medida en la Ruta de conectividad del Río Caliente, sin embargo, en tramos de esa ruta se interrumpe por un uso de ganadería, mientras que en la Ruta del Río Peñas Blancas habita la mayor parte de la población y en la parte central existe mayor diversidad de usos de la tierra.
Infraestructura y caminos	-	Restricción: Esta capa se consideró como restricción porque son sitios ocupados por un uso muy poco modificable, las oportunidades de dedicar esos sitios a otro uso son limitada y los asentamientos humanos constituyen una parte importante dentro del futuro deseado del CoBAS adaptativo.

EFM de Aves endémicas (relación de consistencia de los pesos = 0.10)		
NDVI	0.2493	Criterio: Se tomó como criterio porque a mayor vigor vegetal mayor probabilidad de que se cree un ambiente apto para las aves endémicas.
		Peso: Se le asignó el peso mayor porque de los demás criterios es el que se consideró que describe de una manera más completa el contexto de mejor calidad ecológica para que las aves endémicas prosperen.
Bosque	0.2378	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay probabilidad de encontrar mayor cantidad de aves en el bosque.
		Peso: Se le dio el segundo peso porque es el uso de la tierra que mejor se asocia con las aves endémicas y posee mayor extensión que los criterios a los que se le asignó un peso menor.
Área de protección de ríos y quebradas	0.1874	Criterio: Se tomó en cuenta porque las aves tienden a ser vistas con mayor frecuencia en este sitio que en zonas desprovistas de vegetación.
		Peso: Se le dio el tercer peso porque el que estas áreas funcionen como rutas de paso de las aves, se considera de mayor importancia, que los criterios con pesos más bajos.
Regulación del agua*	0.1267	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay mayor probabilidad de encontrar aves donde se da una buena salud ambiental.
		Peso: Se le dio el cuarto peso porque si hay una probabilidad de encontrar más aves en lugares con buena regulación del agua, pero no necesariamente porque se pueden pasar trasladando.
Rutas de conectividad	0.1219	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay más probabilidad de que se deje espacio a la conservación dentro de las rutas de conectividad y eso motive el paso de aves por ahí.
		Peso: Se le dio el quinto peso porque probablemente las aves atraviesan las rutas de conectividad ya que poseen sitios seguros para ellas, sin embargo, dentro de las rutas de conectividad existen tramos desprovistos de cobertura boscosa o dedicados a otros usos, que pueden convertirse en sitios peligrosos para ellas.
Mantenimiento de la calidad del aire*	0.0768	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay mayor probabilidad de encontrar aves donde se da una buena salud ambiental.
		Peso: Se le dio el peso más bajo porque el aire es un elemento vital para las aves, pero en el CoBAS se dan temporadas en las que la calidad del aire se puede ver afectada y esto puede motivar que estas busquen mejores sitios de paso.
Infraestructura y caminos	-	Restricción: Esta capa se consideró como restricción porque son sitios ocupados por un uso muy poco modificable, las oportunidades de dedicar esos sitios a otro uso son limitada y los asentamientos humanos constituyen una parte importante dentro del futuro deseado del CoBAS adaptativo.

EFM de Orquídeas endémicas (relación de consistencia de los pesos = 0.10)		
NDVI	0.1478	Criterio: Se tomó como criterio porque a mayor vigor vegetal mayor probabilidad de que se cree un ambiente apto para el florecimiento de orquídeas.
		Peso: Se le asignó el peso mayor porque de los demás criterios es el que se consideró que describe de una manera más completa el contexto de las orquídeas endémicas.
Bosque	0.1390	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay más probabilidad de encontrar orquídeas endémicas en una zona boscosa.
		Peso: Se le dio el segundo peso más alto porque se consideró más probable encontrar orquídeas endémicas en esta área que a las que se les asignó menor peso.
Zonas de vida (bp-P, bmh-P)	0.1267	Criterio: Se tomó en cuenta porque Morales (2008a) menciona la presencia de orquídeas endémicas mayoritariamente en las dos zonas de vida inferiores del CoBAS: bp-P y bmh-P. Lo anterior quizá se deba a que a las orquídeas les cuesta prosperar en climas fríos debajo de los 9°C y el PNCh que se encuentra al norte del CoBAS, es donde se registran las temperaturas más bajas del país, alrededor de los 4°C.
		Peso: Se le dio el tercer peso porque las zonas de vida cubren mayor área del CoBAS que los criterios a los que se les asignaron pesos más bajos, por lo tanto, hay más probabilidad de encontrar zonas idóneas para las orquídeas endémicas.
Recursos ornamentales*	0.1232	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay probabilidad de que, en viveros, patios de casas, o los alrededores de estos, se formen sitios idóneos para las orquídeas endémicas.
		Peso: Se le dio el cuarto peso porque es el que más se relacionó con una mayor probabilidad de que se den las orquídeas endémicas de los que se les asignaron pesos más bajos.
Mantenimiento de la calidad del aire*	0.1178	Criterio: Se tomó en cuenta porque dependiendo de la calidad del aire se van a encontrar sitios idóneos para las orquídeas endémicas o no.
		Peso: Se le dio el quinto peso porque donde hay mayor calidad del aire es en zonas altas del CoBAS y temperaturas extremas pueden volverse perjudiciales para las orquídeas endémicas.
Regulación del agua*	0.1067	Criterio: Se tomó en cuenta porque la diversidad de especies se tiende a dar en mayor medida en áreas saludables ambientalmente y con mejor regulación del agua, sin embargo, las orquídeas al ser terrestres no dependen directamente de un ambiente acuático saludable.
		Peso: Se le dio el sexto peso porque el área de este factor era limitada y centrada en la parte norte del CoBAS debido a que se basó en puntos ubicados en las entrevistas a la población, por lo tanto, posee menor área de influencia y menores

		condiciones climáticas aptas para las orquídeas que los factores de pesos más altos.
Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas*	0.0837	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay probabilidad de que, en viveros, patios de casas, o los alrededores de estos, se formen sitios idóneos para las orquídeas endémicas, pero en menor medida que en el caso de los recursos ornamentales. Peso: Se le dio el séptimo peso porque es el que más se relacionó con una mayor probabilidad de que se den las orquídeas endémicas de los que se les asignaron pesos más bajos.
Control de la erosión*	0.0784	Criterio: Se tomó en cuenta porque es probable que los sitios con mayor control de la erosión posean orquídeas endémicas. Peso: Se le dio el octavo peso por una situación similar con la regulación del agua además de que se percibió mayor escepticismo entre la población con ese SE en particular.
Rutas de conectividad	0.0766	Criterio: Se tomó en cuenta porque hay más probabilidad de que se deje espacio a la regeneración ecológica y conservación dentro de las rutas de conectividad. Peso: Se le dio el último peso porque la conectividad se da en mayor medida en la Ruta de conectividad del Río Caliente, sin embargo, en tramos de esa ruta se interrumpe por un uso de ganadería, mientras que en la Ruta del Río Peñas Blancas habita la mayor parte de la población y en la parte central existe mayor diversidad de usos de la tierra.
Infraestructura y caminos	-	Restricción: Esta capa se consideró como restricción porque son sitios ocupados por un uso muy poco modificable, las oportunidades de dedicar esos sitios a otro uso son limitada y los asentamientos humanos constituyen una parte importante dentro del futuro deseado del CoBAS adaptativo.

*Servicio Ecosistémico.

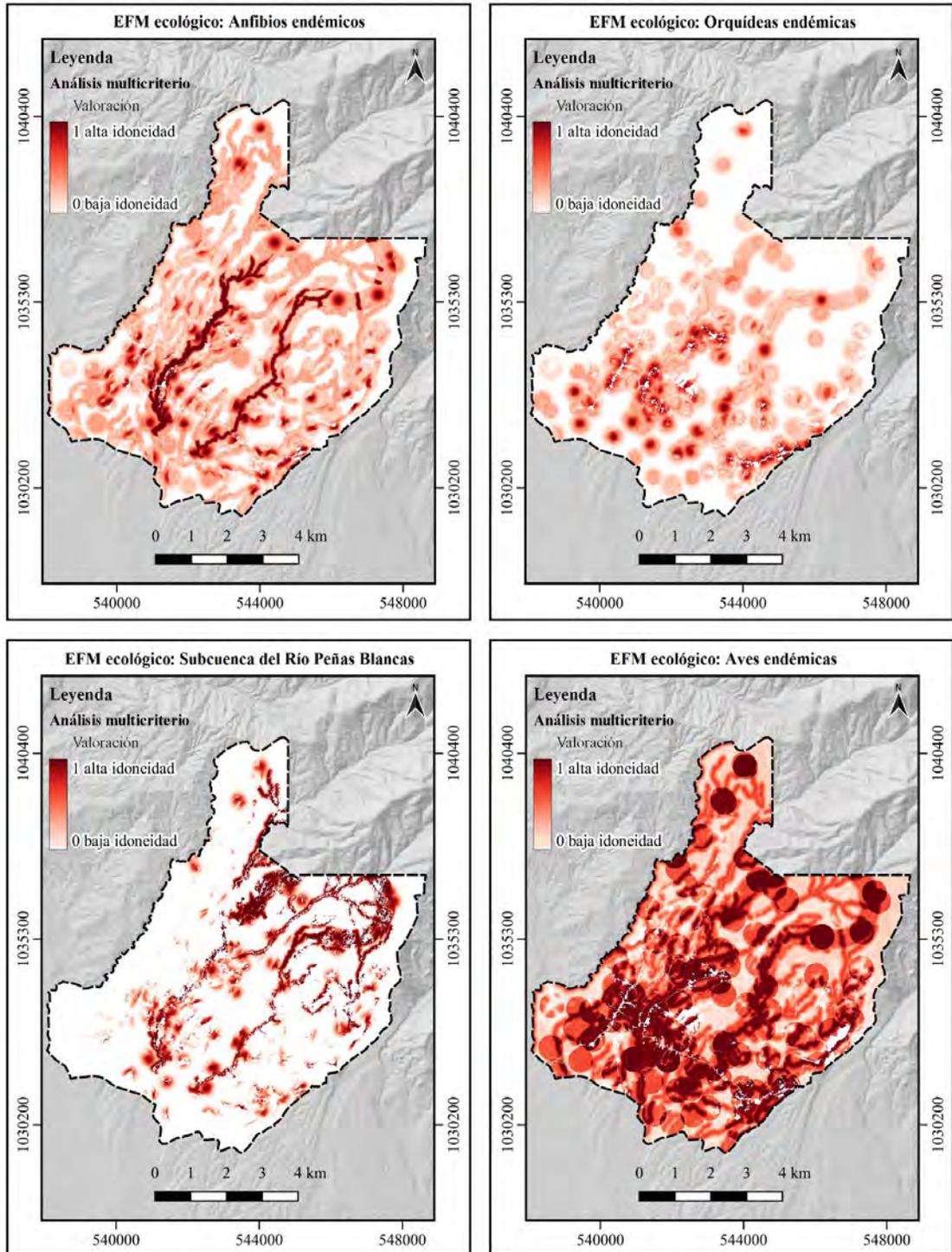


Figura 18. EMC de los EFM ecológicos. Elaboración propia.

Resultados de las EMC de los EFM productivos

En el caso de los EFM productivos en general las zonas más idóneas corresponden a los sitios con menores pendientes localizados en la parte central del CoBAS lo cual coincide con el área mayormente poblada y más diversificada a nivel de usos de la tierra (Figura 20).

Con respecto al EFM de cultivo de café los sitios más idóneos fueron los lugares en los que actualmente se da la producción de café con predominancia en Santa Elena, Montecarlo y Quizarrá. Con respecto al EFM de cultivo de caña de azúcar los sitios más idóneos fueron de manera similar al café, los lugares en los que actualmente se da la producción de caña. Para este EFM la pendiente si limitó los sitios idóneos en zonas de muy baja pendiente como lo son la parte noroeste, central y sureste del CoBAS. Se puede decir que ese EFM fue el que menor idoneidad presentó fuera de los que ya existen con ese uso.

Con respecto al EFM de ganadería fue el que mayor superficie idónea presentó, esto quizá se deba a que se utilizó el uso actual de ganadería que correspondió al segundó uso más extenso del CoBAS (después del bosque). Además, las restricciones de NDVI y área de protección de ríos y quebradas fueron las que se puede decir que más limitaron la EMC de no cubrir la totalidad del CoBAS. Con respecto al EFM de infraestructura y de Negocios la mayor idoneidad se concentró en las zonas mayormente pobladas del CoBAS en Santa Elena la zona más poblada se extiende por el camino que conecta a todo el pueblo de norte a sur, en Quizarrá esa zona se divide en dos, una al norte y otra al sur de la comunidad, en Montecarlo y San Ignacio esa zona se localiza al sur y en Santa Marta, Santa María y San Francisco esa zona sigue la carretera al sureste del CoBAS. La diferencia entre el EFM de infraestructura y Negocios, es que para este último no se agregaron restricciones, dando origen a un área idónea mayor.

Cuadro 30. EFM productivos, criterios, restricciones, pesos y su justificación. Elaboración propia.

EFM de Infraestructura (relación de consistencia de los pesos = 0.10)		
Criterio	Peso	Justificación (criterio / peso)
Caminos	0.2241	Criterio: Se tomaron en cuenta porque facilitan la comunicación entre comunidades y el transporte de recursos.
		Peso: Se le dio el peso más alto porque el desarrollo comunal depende de que existan vías de acceso seguras y directas a las comunidades.
Pendiente	0.1729	Criterio: Se seleccionó porque a mayor pendiente mayor dificultad para direccionar el desarrollo comunal y asentar viviendas.
		Peso: Se le dio el segundo peso porque en el CoBAS hay mayor facilidad para que los medios de vida rurales y los asentamientos convivan en pendientes aptas para estos.
Agua dulce	0.1463	Criterio: Se seleccionó porque por lo general las viviendas del centro de cada comunidad son las que poseen mejor acceso al servicio de agua potable.
		Peso: Se le dio el tercer peso porque es un recurso vital y de primera necesidad en la mayoría de las viviendas y el desarrollo comunal por lo general busca sitios con buen acceso a él.
Uso de infraestructura	0.1332	Criterio: Se seleccionó porque hay probabilidad de que se pueda y sea viable expandir el desarrollo comunal alrededor del área ya construida.
		Peso: Se le dio el cuarto peso porque es importante considerar el sitio actualmente poblado dentro de la zonificación ya que la intención de la zonificación propuesta es la de intentar mejorar las condiciones actuales con base en recomendaciones de lo que existe en la actualidad.
Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas*	0.0792	Criterio: Se seleccionó porque en las entrevistas a la población del CoBAS se evidenció la presencia de plantas medicinales en huertos caseros.
		Peso: Se le dio el quinto peso porque los sitios idóneos para crear viveros o patios para plantas ornamentales pueden generar interés en la población para construir viviendas. Además de que sería beneficioso localizar los sitios con más posibilidad de prosperar con un negocio de plantas medicinales para recomendarlos a los habitantes del CoBAS interesados.
Valores espirituales y religiosos*	0.0767	Criterio: Se seleccionó porque las iglesias son parte de la infraestructura que define el centro de cada comunidad, área por lo general mayormente poblada.
		Peso: Se le dio el sexto peso. Puede haber población interesada en crecimiento comunal cercano a las iglesias al poseer afinidad a ellas.

Sentido de lugar*	0.0710	Criterio: Se seleccionó porque existe arraigo entre los habitantes, su lugar de residencia y los sitios que frecuentan a lo interno de las comunidades.
		Peso: Se le dio el séptimo peso porque es muy probable en el sitio donde se ha generado mayor arraigo hay más probabilidad de que continúen siendo habitadas y se dé mayor crecimiento.
Valores educativos*	0.0550	Criterio: Se seleccionó porque las escuelas son parte de la infraestructura que define el centro de cada comunidad, área por lo general mayormente poblada.
		Peso: Se le dio el octavo peso porque a nuevos y actuales habitantes les puede beneficiar el hecho de que su vivienda quede cerca de un centro educativo o de investigación y por ende escojan vivir ahí.
Recursos ornamentales*	0.0415	Criterio: Se seleccionó porque en las entrevistas a la población del CoBAS se evidenció la presencia de plantas ornamentales en huertos caseros.
		Peso: Se le dio el noveno peso porque los sitios idóneos para crear viveros o patios de plantas ornamentales pueden generar interés en la población para construir viviendas.
Área de protección de ríos y quebradas	-	Restricción: Se consideró como restricción porque los ríos y quebradas constituyen una red importante para la función de conectividad del CoBAS lo cual fortalecería indirectamente a las actividades productivas otorgándole mayor solidez a la conectividad.
NDVI	-	Restricción: En el caso de que un alto NDVI estuviera en un rango muy cercano a un resultado idóneo para la infraestructura, se le asignó prioridad al NDVI. Lo anterior consideró que las áreas de conectividad actuales pueden ser más escasas en comparación con las áreas en las que se pueden desarrollar asentamientos humanos y caminos.
EFM de la Agricultura de café (relación de consistencia de los pesos = 0.01)		
Uso agrícola de café	0.6694	Criterio: Se tomó en cuenta porque se consideró importante que los sitios dedicados a agricultura agrícola que actualmente están produciendo fueran integrados a la zonificación.
		Peso: Se le dio el primer peso porque puede ser idóneo que sitios cercanos a ese uso sean aptos para producir café.
Sentido de lugar*	0.2426	Criterio: Se tomó en cuenta porque el café es el cultivo que más se relaciona con el arraigo del CoBAS.
		Peso: Se le dio el segundo peso porque hay probabilidad de que los habitantes con más arraigo en el CoBAS posean cultivos de café y que incluso sean los mismos que empezaron con la producción.
Agua dulce*	0.0879	Criterio: Se tomó en cuenta porque se necesita agua de calidad para poder producir café.

		Peso: Se le dio el último peso porque puede ser muy necesaria en época seca, pero en época lluviosa no tanto.
Área de protección de ríos y quebradas	-	Restricción: Se consideró como restricción porque los ríos y quebradas constituyen una red importante para la función de conectividad del CoBAS lo cual fortalecería indirectamente a las actividades productivas al otorgarle mayor solidez a la conectividad.
EFM de la Agricultura de caña (relación de consistencia de los pesos = 0.01)		
Pendiente	0.5396	Criterio: Se tomó en cuenta porque investigaciones recomiendan producir caña en pendientes determinadas. Peso: Se le dio el primer peso porque se consideró importante que la caña aproveche las áreas con menor pendiente para que las de mayor pendiente se dediquen a la conservación dentro del CoBAS.
Uso agrícola de caña de azúcar	0.2970	Criterio: Se tomó en cuenta porque se consideró importante incluir los sitios donde actualmente se produce caña. Peso: Se le dio el segundo peso porque es muy probable que el cultivo de caña crezca en sitios cercanos a los que actualmente se encuentran en producción.
Agua dulce*	0.1634	Criterio: Se tomó en cuenta porque es necesario contar con acceso a agua de calidad para la producción de caña. Peso: Se le dio el tercer peso porque al igual que el café dependiendo de la temporada se va a necesitar en menor medida de agua de calidad.
Área de protección de ríos y quebradas	-	Restricción: Los ríos y quebradas constituyen una red importante para la función de conectividad del CoBAS y considerarlos junto con su área de protección le daría mayor solidez a la conectividad.
NDVI	-	Restricción: Se tomó en cuenta como restricción porque en el caso de que un alto NDVI estuviera en un rango muy cercano al uso de caña de azúcar, se le diera prioridad al NDVI, ya que parte de la población entrevistada mencionó que sí se ve afectada la calidad del aire por las quemadas de caña de azúcar y priorizar los sitios de alto NDVI equilibraría la afectación. Lo anterior también justifica el usar la Infraestructura y caminos como restricción. En la zonificación final se verían en qué sitios debería de limitarse la expansión de Infraestructura y caminos.
Infraestructura y caminos	-	Restricción: Se tomó en cuenta como restricción porque se consideró importante que el cultivo de caña se localice en lo posible en sitios apartados de la infraestructura y caminos por las afectaciones en la calidad del aire que comentaron actores y entrevistados.

EFM de Ganadería (relación de consistencia de los pesos = 0.07)		
Pendiente	0.3178	Criterio: Se seleccionó porque fuertes pendientes, más un uso de ganadería y un suelo de alta fragilidad ambiental como los de la parte norte del CoBAS, pueden generar daños ambientales irreversibles.
		Peso: Se le dio el primer peso porque se consideró el criterio que mejor puede retener a la ganadería de ser un negocio exitoso en el CoBAS y en lo posible, de controlado impacto ambiental.
Agua dulce*	0.3021	Criterio: Se seleccionó porque la ganadería depende del agua para la producción.
		Peso: Se le dio el segundo peso porque es importante realizar una selección de agua dulce de la suficiente calidad para que la ganadería se desarrolle de la mejor manera.
Geología	0.2174	Criterio: Se seleccionó porque la zona norte del CoBAS posee condiciones inapropiadas para el uso ganadero por las fuertes pendientes, el tipo de suelo (Ultisol) y las condiciones climáticas. Por este motivo solo se consideraron los suelos de tipo Oxisol, Entisol e Inceptisol como más adecuados para ese uso.
		Peso: Se le dio el tercer peso porque dentro del CoBAS se consideró necesario localizar a la ganadería en un sitio donde el suelo también fuera productivo para ese uso y en lo posible evitar la erosión para fortalecer la conectividad e indirectamente también a la ganadería.
Uso de ganadería	0.0826	Criterio: Se seleccionó porque en el CoBAS una de las mayores extensiones de uso de la tierra la ocupa la ganadería y sería útil tomar decisiones sobre cómo mejorar lo que se da actualmente.
		Peso: Se le dio el cuarto peso ya que se consideró como factible que los sitios idóneos concordaron con el territorio que actualmente posee pastos con potencial de uso productivo y sostenible.
Área de protección de ríos y quebradas	-	Restricción: Los ríos y quebradas constituyen una red importante para la función de conectividad del CoBAS y considerarlos junto con su área de protección le daría mayor solidez a la conectividad y de manera indirecta a actividades productivas también.
NDVI	-	Restricción: en el caso que un alto NDVI estuviera en un rango muy cercano al uso de ganadería, se le diera prioridad al NDVI. Lo anterior posibilitaría equilibrar mejor la conectividad del CoBAS, ya que es más limitada el área con alto NDVI en comparación con la dedicada a la ganadería.
EFM de Negocios (relación de consistencia de los pesos = 0.10)		
Caminos	0.3425	Criterio: Se tomaron en cuenta porque facilitan la comunicación entre comunidades, el transporte de recursos, turistas y mercancías.
		Peso: Se le dio el primer peso porque se consideró que los caminos son

		elementos clave para situar un negocio, como por ejemplo en La Ruta Nacional 326 que atraviesa indirectamente todas las comunidades del CoBAS.
Pendiente	0.2160	Criterio: Se seleccionó porque a mayor pendiente mayor dificultad para direccionar el desarrollo comunal y asentar negocios. Peso: Se le dio el segundo peso porque en el CoBAS hay mayor facilidad para que los negocios se localicen en pendientes aptas para estos y motivar que sean frecuentados por mayor cantidad de clientes.
Agua dulce*	0.1470	Criterio: Se seleccionó porque por lo general las viviendas del centro de cada comunidad son las que poseen mejor acceso al servicio de agua potable. Peso: Se le dio el tercer peso porque es un recurso vital y de primera necesidad en la mayoría de los negocios y el desarrollo comunal por lo general busca sitios con buen acceso a él.
Negocios	0.1008	Criterio: Se seleccionó porque de utilidad para el CoBAS localizar sus negocios para posteriormente planear una ruta turística que beneficie a la mayor parte de población. Peso: Se le dio el cuarto peso porque hay probabilidad de que el lugar idóneo para localizar un negocio se encuentre cercano a otros negocios y generar un encadenamiento productivo.
Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas*	0.0772	Criterio: Se seleccionó porque ese SE puede dar origen a un negocio en sí mismo a parte de los que ya existen y que se relacionan con esa actividad. Peso: Se le dio el quinto peso por poseer elementos de utilidad para desarrollar negocios sostenibles rentables en el CoBAS.
Valores educativos*	0.0629	Criterio: Se seleccionó porque la población con estudios y conciencia ambiental es la más calificada para el manejo de un negocio exitoso dentro del CoBAS. Peso: Se le dio el sexto peso porque donde se cree que donde se encuentre población con estudios van a prosperar mejor los negocios.
Recursos ornamentales*	0.0535	Criterio: Se seleccionó porque ese SE puede dar origen a un negocio en sí mismo a parte de los que ya existen y que se relacionan con esa actividad. Peso: Se le dio el último peso porque poseer elementos de utilidad para desarrollar negocios sostenibles en el CoBAS.

*Servicio ecosistémico.

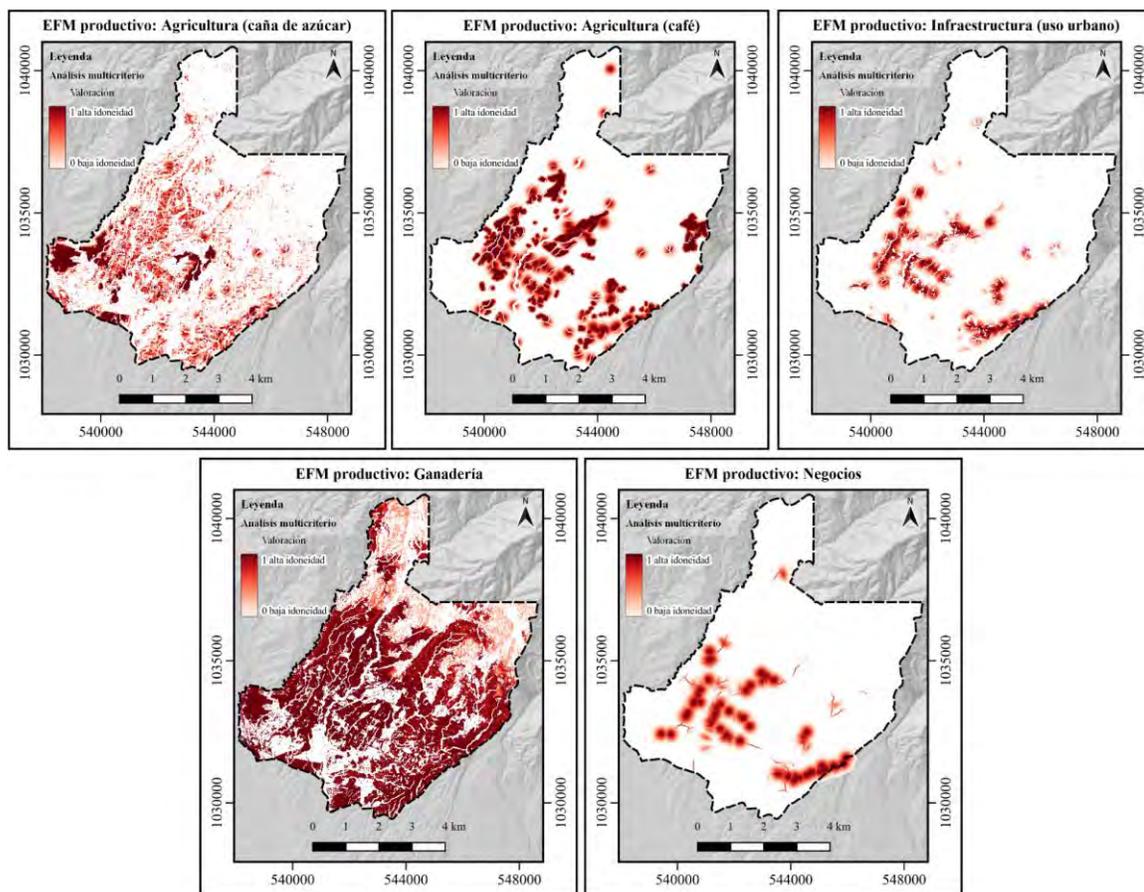


Figura 19. EMC de los EFM productivos. Elaboración propia.

Resultado de la propuesta de zonificación

En el resultado del mapa de idoneidad realizado con el módulo MOLA (Figura 20), se puede apreciar que los EFM ecológicos tienden a localizarse mayoritariamente en lugares parecidos y lo mismo en el caso de los productivos. El sitio más idóneo para la diversificación de los usos de la tierra es el área central del CoBAS y eso refleja que esa zona es donde pueden tener lugar más compromisos entre EFM y por lo tanto la gestión sea más compleja. Los EFM ecológicos de orquídeas endémicas y anfibios endémicos, fueron los que se vieron más reducidos en la parte central del CoBAS.

Agregar restricciones en la parte norte y al este del corredor, limitó la idoneidad para la ganadería. La parte oeste y sur del CoBAS resultaron ser los lugares más idóneos para la ganadería a pesar de que al este se ubica la comunidad de San Ignacio, mayormente reconocida como ganadera. Lo anterior quizá se deba a que el peso de la pendiente y suelo de San Ignacio dificultaron encontrar un sitio idóneo para la ganadería ahí. Por lo tanto, lo idóneo en la comunidad de San Ignacio deberían ser en mayor medida los EFM ecológicos.

Con respecto a la agricultura de caña y café se localizaron por lo general en los mismos sitios que ocupan actualmente. A pesar de que se utilizó un porcentaje menor de pendiente para la caña (7%) que en el caso de la ganadería (37%), este no impactó de la misma manera a la caña. Lo anterior quizá se debe a que cuando se le agregaron las EMC a MOLA el espacio que ocupaba la caña no entró en el grado de disputa con las demás EMC, que sí pudo haber tenido la ganadería. Por el resultado de la agricultura de caña de MOLA y de la EMC sin considerar lo que ya existe del cultivo de caña, se puede identificar que por los criterios que se usaron para identificarlo en este TFG, ese uso es el menos idóneo para el CoBAS.

Un rasgo notable entre las zonas es que el EFM de anfibios endémicos quedó dividido entre las comunidades. Lo anterior quizá se dio por haberle asignado un peso alto a los criterios de ríos y quebradas y rutas de conectividad de los anfibios. Ese EFM actualmente puede estar en riesgo debido a falta de interés entre los habitantes de las rutas de conectividad (Vargas, 2020). Se puede dar el caso de que si no hay interés por conservar un lado de la ruta de conectividad probablemente el otro lado de la ruta (perteneciente a otra comunidad) también se encuentre en riesgo de no ser conservada.

Además del EFM de anfibios endémicos también las aves, orquídeas y Subcuenca del Río Peñas Blancas se pueden observar integrando ambas rutas de conectividad, con mayor diversidad de esos EFM en la Ruta del Río Caliente. Esa diversidad se puede deber a que para la Ruta del Río Caliente en comparación con la del Río Peñas Blancas, los criterios fueron más diversos haciendo posible haber considerado el uso de bosque, NDVI, SE's de

regulación, rutas de conectividad, ríos y quebradas; estos dos últimos, probablemente más idóneos en la Ruta de conectividad del Río Peñas Blancas.

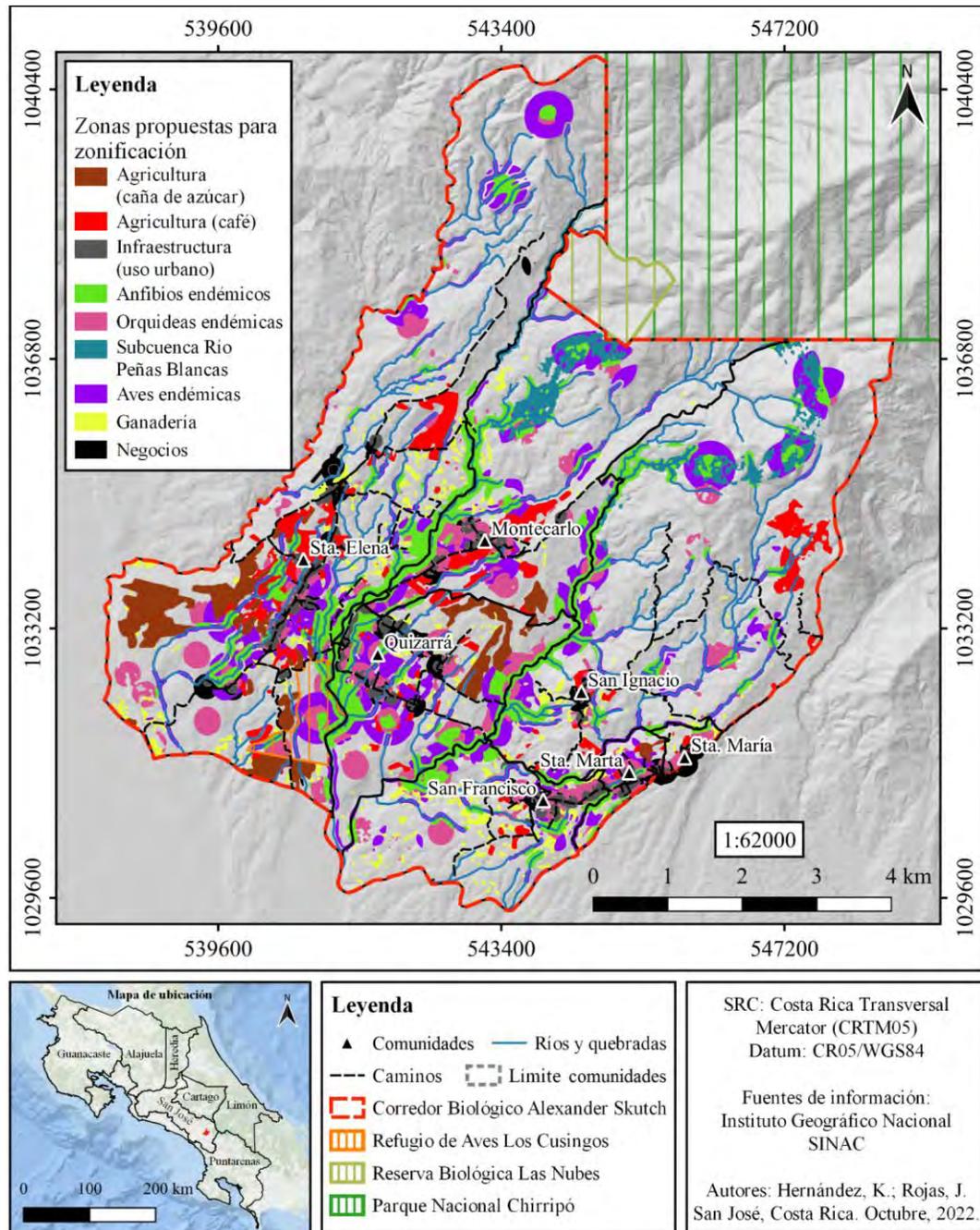


Figura 20. Propuesta de zonificación para el CoBAS. Elaboración propia.

IX. TERCER CAPÍTULO. ALTERNATIVA DE MANEJO ADAPTATIVO COMPLEMENTARIA AL PLAN DE GESTIÓN DEL CoBAS

Para que la zonificación mantuviera la continuidad con lo que se ha venido realizando por los gestores del CoBAS según el Plan de Gestión del 2018, en este capítulo se propuso una alternativa de manejo adaptativo que consistió en localizar las estrategias de ese plan en la zonificación. El hecho de que las estrategias del plan de gestión se interesan por elementos similares a los EFM, facilitó poder asociarlos entre sí, de esta manera el sitio previamente definido por un EFM (de la propuesta de zonificación) puede poseer sus propias estrategias que se estarían monitoreando en cada zona según los cambios de ese EFM.

La forma de conocer el estado actual de cada EFM, fue por medio de las calificaciones de los indicadores de cada uno de sus SE's por comunidad (zona), en una escala de estándares que se dividió en cuatro: pobre (0 a 1), regular (1,1 a 2,5), bueno (2,6 a 3,5) y muy bueno (3,6 a 4). En este TFG se propuso como estado deseado que todos los SE's estuvieran en los niveles más altos en la escala de los estándares. Sin embargo, se aclaró que para realmente conocer la calificación del estado deseado tiene que pasar el tiempo, ya que para la metodología de LCA el constante ajuste y verificación de los límites de cambio de lo que se desea medir es muy importante.

Los resultados de los EFM fueron analizados según cada zona para resaltar sus aptitudes en cuanto a conservación ecológica, medios de vida rurales y compromisos actuales. Seguidamente se sugirieron recomendaciones para aumentar el nivel en la escala de los estándares de los SE's con calificaciones más bajas (regular y pobre). Por último, se elaboró un plan de monitoreo para los indicadores propuestos el cual se subdividió según las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y sus EFM. Lo anterior con el propósito de que la zonificación se empiece a utilizar y monitorear en el futuro cercano, por los gestores del CoBAS. Este capítulo se organizó de acuerdo con el paso cinco, seis, siete, ocho y nueve de metodología de LCA de Cole y Stankey (1997), la segunda parte del paso cinco, paso cuatro y seis de la metodología de zonificación del SINAC (2018a).

- **Paso 5 de Cole y Stankey (1997). Determinar los estándares de medición para los indicadores de recursos naturales y sociales existentes:** Se asignan medidas cuantitativas o muy específicas a los indicadores. Esta mayor especificidad se obtiene mediante el establecimiento de estándares (aspectos medibles de los indicadores definidos en el paso tres). Estos estándares proporcionan una base contra la cual se puede juzgar si una condición en particular es aceptable o no. Usando los datos recolectados en el paso cuatro, es posible especificar estándares que describan las condiciones aceptables y apropiadas para cada indicador en cada clase de oportunidad.

Al formular estándares, debe haber un equilibrio entre el uso de las condiciones existentes para dar realismo a los estándares específicos, por un lado, y el uso del juicio profesional junto con la opinión del público para establecer los estándares a niveles que puedan conducir a una mejora en las condiciones.

- **Paso 5.2 del SINAC (2018a). Identificar, estándares y metas para las condiciones deseadas:** Para cada una de las zonas de manejo y para cada condición deseada y la meta identificada deberán identificarse los indicadores que le permitirán a la Administración del ASP, evaluar el cumplimiento de las condiciones, de conformidad con las intervenciones planteadas. Para esto, es necesario definir un valor mínimo de comparación. Este valor mínimo es definido como el “estándar” a medir periódicamente para la verificación.
- **Paso 4 del SINAC (2018a).** Definición de las condiciones deseadas en cada zona: Se relaciona el estado deseado de las condiciones ecológicas o las que sean propias de cada uno de los EFM, con el grado de intervención propuesto. Conviene entonces hacer una especie de confrontación y comparación según multicriterio del equipo, de las cualidades de la zona con requerimientos de los potenciales intereses tanto de conservación como de un aprovechamiento sostenible. Es importante, por lo tanto, tener claramente determinada la aptitud física (estado de salud) de los EFM o la

determinación de la aptitud económica (servicios ecosistémicos) de éstos para apoyarse en la definición de los objetivos y metas y plantear de esa manera los mejores escenarios de utilización y manejo de los recursos.

- **Paso 6 de Cole y Stankey (1997). Identificar condiciones deseadas a futuro considerando los indicadores para los valores sociales y de recurso naturales existentes:** El objetivo en el paso seis es decidir qué recursos y condiciones sociales (en forma de estándares específicos) deben mantenerse o lograrse en áreas específicas de la naturaleza. Este es un paso prescriptivo (se ocupa de establecer lo que debería ser), y se deben utilizar los aportes tanto de los gerentes como del público para tomar estas decisiones. El paso seis implica inicialmente un análisis de los datos del inventario recopilados en el paso cuatro, junto con los problemas e inquietudes del área identificados en el paso uno.

Para identificar las condiciones deseadas a futuro se propuso adaptar a este TFG, la escala de estándares del documento “Marco conceptual y guía metodológica para la Integridad Ecológica en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica” (SINAC, 2016b).

Con el propósito de continuar con el paso cinco del SINAC (2018a), en este capítulo se definió la forma de medir los indicadores, la cual fue por medio de la percepción de la población con respecto a la tendencia de los SE's que se asociaron a cada EFM para la cual se definieron unos estándares de medición. Se decidió realizar de esa manera porque con los SE's es posible comparar la parte ecológica del CoBAS con la percepción de su población.

Como los indicadores, la manera de medirlos y los estándares se están apenas planteando en este trabajo, aún no se puede determinar con exactitud el estado deseado de los mismos. Debido a que el seguimiento y la evaluación son parte integral de este procedimiento, los gestores podrán revisar los indicadores y estándares en respuesta a la

mejora de la información. Además, los juicios se deben hacer de manera participativa para que puedan ser revisados por otros (Cole y Stankey, 1997).

Después de obtener los resultados de los indicadores y estándares se describieron los indicadores con las calificaciones más bajas de cada EFM por comunidad y se realizaron recomendaciones. Para lo anterior se agrupó la información de cada zona por comunidad para analizar los compromisos dentro de cada uno. También se identificaron indicadores y metas para las condiciones deseadas, y de ese modo, mantener en lo posible un manejo adaptativo.

- **Paso 6 del SINAC (2018a). Divulgar los resultados de la zonificación:** Toda la información que se genere en el proceso de construcción de la zonificación, debe llegar a los múltiples sectores y actores vinculados.
- **Paso 7 de Cole y Stankey (1997). Identificar acciones de manejo para cada condición deseada:** Requiere un análisis de los diversos costos y beneficios de cada alternativa, en términos de impactos ambientales e impactos en los visitantes, así como costos administrativos.
- **Paso 8 de Cole y Stankey (1997). Evaluar las acciones y seleccionar la alternativa de manejo más adecuada para cada condición deseada:** Los costos y beneficios de cada alternativa se evalúan y se selecciona una alternativa final. Esta selección final reflejará la capacidad de respuesta de la alternativa a los problemas e inquietudes identificados en el paso uno y los requisitos de gestión identificados en el paso siete.
- **Paso 9 de Cole y Stankey (1997). Formular e implementar acciones de manejo y un protocolo de monitoreo para los indicadores de las condiciones deseadas:** Implica la implementación de la alternativa seleccionada nativo y establecimiento de un programa de monitoreo. El monitoreo es particularmente importante ya que proporciona retroalimentación sobre la efectividad de las acciones de manejo

empleadas, alertando a los gerentes sobre la necesidad de considerar una aplicación más rigurosa o el uso de otras medidas.

Se localizó dentro de la zonificación el sitio aproximado de cada estrategia del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 al relacionar las actividades de cada estrategia con los EFM. De esta manera cada sitio destinado a un EFM de la zonificación final puede tener una o más estrategias que se puedan monitorear por zona o comunidad, por medio de las variaciones de sus EFM medidas por indicadores y localizadas geoespacialmente, conformados a su vez por SE's previamente asociados a cada EFM. Se decidió agrupar todo lo anterior por zona o comunidad por zona o comunidad para analizar mejor la situación de cada una con respecto a la aptitud ecológica, productiva y los compromisos. La intención con localizar las estrategias del Plan de Gestión era hacer la zonificación funcional y ajustable a lo que se ha venido haciendo en materia de monitoreo en el CoBAS y que se lograra comunicar que cada comunidad debido al lugar donde se encuentra, posee diferentes ventajas y desventajas a la hora de la toma de decisiones.

Por último, se contempla un proceso de devolución o presentación de los resultados de este TFG, esto mediante una reunión con actores locales o en su defecto, en una sesión del CLCoBAS, ya que lo discutido se considera como insumo que puede ayudar en la toma de decisiones sobre la gestión y planificación adaptativa del territorio.

Metodología

Objetivos, estrategias y metas

Los objetivos son el desarrollo de una idea clara de lo que se quiere lograr. Están vinculados a los EFM del proyecto y representan el estado deseado de los EFM a largo plazo: son declaraciones formales de los impactos finales que se espera lograr. “Un buen objetivo cumple los criterios de estar vinculado a los EFM, orientado al impacto, medible, limitado en el tiempo y específico” (CMP, 2013, p.21). De esta manera, si se evidencia un SE en disminución, el objetivo será mejorarlo para que el EFM asociado también mejore.

El objetivo de cada EFM que los SE's de cada indicador se mantengan dentro de los mejores estándares o calificaciones posibles. El tiempo para obtener los resultados de la medición será en la siguiente actualización del plan de gestión del CoBAS; ese tiempo aproximadamente dura de diez a quince años. Lo anterior porque las variaciones en las tendencias de un SE pueden durar años en percibirse como diferentes y además se necesitan localizar espacialmente para ser incluidos en la zonificación.

En el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 se formularon estrategias que fueron utilizadas en este trabajo, con el fin de seguir con la creación de un monitoreo para la zonificación basado en las actividades que ya se tenían planeadas. Una vez que se determine lo que se desea alcanzar (objetivos), debe considerarse lo que se necesita hacer (estrategias, y actividades). “Una buena planificación estratégica implica determinar dónde y cómo se intervendrá, y también dónde no se intervendrá” (CMP, 2013, p.22).

Al igual que en el caso anterior, también se utilizaron las metas del Plan de Gestión del CoBAS del 2018. Las metas son declaraciones formales de los resultados (o resultados intermedios) y cambios deseados que se consideran necesarios para alcanzar sus objetivos. Las metas especifican los cambios deseados en los factores (amenazas directas e indirectas y oportunidades) que desearía lograr a corto y mediano plazo. “Una buena meta cumple con los criterios de ser orientada a resultados, medible, limitada en el tiempo, específica y práctica” (CNP, 2013, p.27).

Estándares de medición

SINAC (2016b) llama a los estándares como las metas de cada indicador, y menciona que ese paso consiste en definir, en un plazo determinado, el estado que debe alcanzar cada uno de los indicadores. Este procedimiento se realiza asignando el valor deseado de cada indicador (i.e., Pobre, Regular, Bueno, Muy Bueno).

Como estándares se utilizó la escala del SINAC (2016b), ya que propone metas para cada indicador que eran posibles de ajustar a este TFG al convertirlas en rangos. Como en

este TFG se integró la parte ecológica (por medio de EFM ecológicos) con la productiva (por medio de EFM productivos), adicional a la descripción de cada rango también se incluyó la parte productiva (Cuadro 30). También se utilizó la escala de Herrera (2016 citado en SINAC, 2018a), por indicar la relación de los indicadores con los demás elementos (Cuadro 31).

Las categorías asignadas proveen una descripción explícita del estado actual de los SE's en cada EFM. Si el estado deseado es diferente al “Estatus Actual”, primero debe establecerse una fecha para alcanzar ese estado deseado. Idealmente, la restauración o el mantenimiento debería llevar todos los SE's a la condición de “Muy bueno”. No obstante, mantener o restaurar el SE's en la categoría “Bueno” es más realista. Además, los costos y factibilidad de llevarlo de la condición “Bueno” a “Muy bueno”, deben analizarse antes de llevar a cabo alguna acción (SINAC, 2016b).

Cuadro 31. Calificación deseada de cada indicador y rango asignado que lo representa en este TFG. Elaborado a partir de Parrish et al. 2003 citado en SINAC, 2016b.

Calificación de cada indicador y el valor a asignar			Rango para los estándares de la propuesta de zonificación
Muy bueno	4	El indicador se encuentra en un estado ecológica y productivamente deseable, requiriéndose poca intervención humana para el mantenimiento de los rangos naturales de variación	3,6 - 4
Bueno	3,5	El indicador se encuentra dentro de un rango de variación aceptable, aunque puede requerirse alguna intervención del hombre para su mantenimiento	2,6 - 3,5
Regular	2,5	El indicador se encuentra fuera del rango de variación aceptable y requiere intervención humana para su mantenimiento. Si no se da seguimiento, el EFM será vulnerable a una degradación severa	1,1 - 2,5
Pobre	1,0	Si se permite que el indicador se mantenga en esta categoría en el largo plazo hará la restauración o prevención de desaparición del EFM prácticamente imposible (ej. complicado, costoso y con poca certeza para revertir el proceso de alteración)	0 - 1

Cuadro 32. Ejemplo de indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas. Herrera, 2016 citado en SINAC, 2018a.

EFM	Categoría	Indicador	Calificaciones del indicador				Calificación Actual	Condición deseada
			Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno		
Bosque Basal Lluvioso del Pacífico	Contexto paisajístico	Aumento en el número de fragmentos de bosque	≥ 16	6 - 15	1 - 5	0	Pobre	Bueno
	Condición	Porcentaje especies de árboles de bosque maduro	$\leq 60\%$	61 - 74%	75 - 90%	91 - 100%	Regular	Bueno

Medición de los indicadores por medio de los estándares

Luego de definir los indicadores y el rango para los estándares se planeó su medición, ya que era necesario incorporar los estándares en la fórmula. Los estándares se representan por un cuatro que es el total de la escala de los estándares en porcentaje, dentro de la fórmula creada para medir los indicadores.

En suma, la fórmula del indicador: % de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SE's del EFM, que se planteó es: el número de entrevistados de una de las siete comunidades del CoBAS, que percibe que uno de los nueve SE's (más importantes) ha aumentado o se mantiene igual, dividido entre el número total de entrevistados (de esa misma comunidad) multiplicado por cuatro (100% de la escala de los estándares). El siguiente paso es sumar las calificaciones de todos los SE's del EFM, ese resultado se divide entre el número total de SE's del EFM y se multiplica por cuatro (100% de la escala de los estándares) (Figura 21).

La guía de los EAPC permite relacionar SE's con EFM, por este motivo se escogieron indicadores que se pudieran medir con la percepción de la población sobre la tendencia actual de los SE's. La tendencia de los SE's se obtuvo en las entrevistas realizadas a la población de cada comunidad. La forma de obtener la tendencia fue agrupando la cantidad de entrevistados por comunidad que seleccionaron una tendencia determinada (en aumento, se mantiene igual, ha disminuido) para cada SE en específico. Luego se aislaron los datos de los entrevistados que seleccionaron la tendencia de disminución para que solo se tomó en cuenta los datos que se incluyeron en los mapas de SE's (puntos de SE's de las tendencias: ha aumentado o se mantiene igual).

Indicador: % de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SEs del EFM

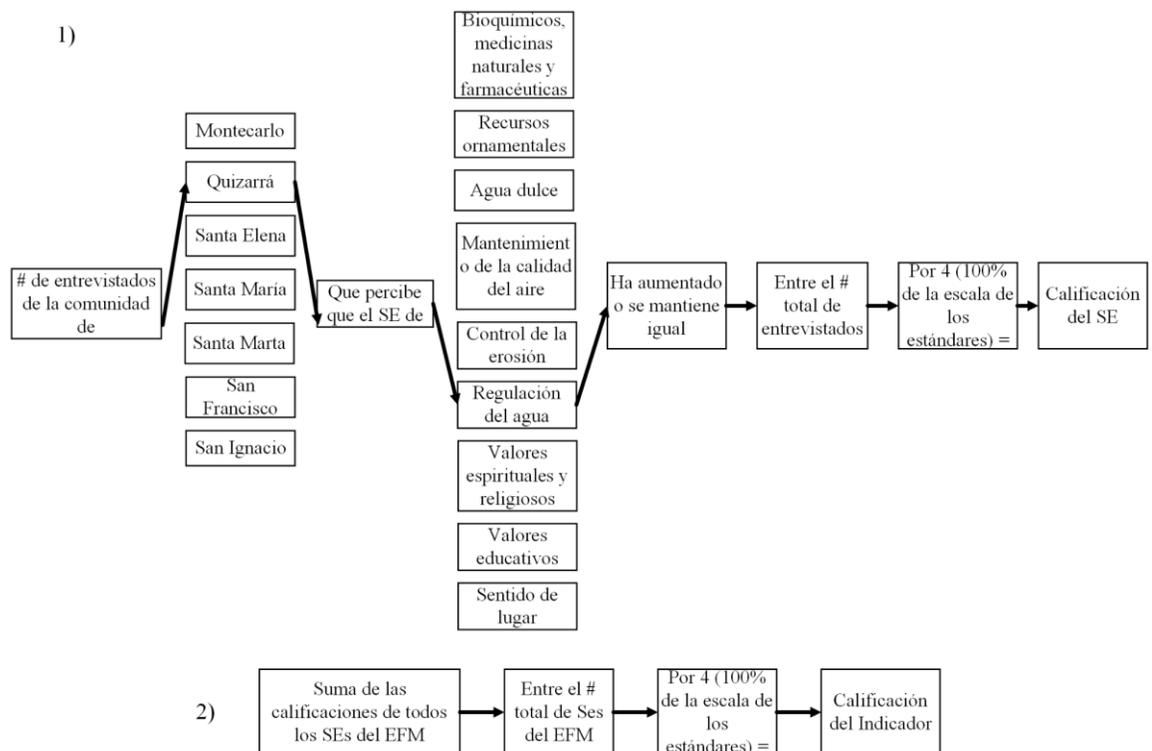


Figura 21. Ejemplo de la fórmula para medir los indicadores. Elaboración propia.

Por otro lado, la manera que se consideró más sintética para representar la información de los cuadros 30 y 31, fue por medio de dos gráficos: uno con los EFM ecológicos y otro con los EFM productivos de cada una de las siete comunidades del CoBAS.

Asociación entre el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y la zonificación propuesta

Por entendimiento de cómo se trabajó el monitoreo del Plan de Gestión del CoBAS del 2018, se asoció la propuesta de zonificación a ese monitoreo, por medio de los sitios en los que aplicar las estrategias que se escogieron para ese plan sería lo más recomendado, también por las actividades que se plantearon en cada una (Cuadro 32). Con base a cada estrategia del Plan de Gestión del CoBAS del 2018, se pueden aproximar los EFM que más se relacionan, después a la comunidad (zona) en la que se encuentran esos EFM y dentro de esa comunidad a los SE's. El hecho de que el CoBAS posee comunidades con características diferentes, vuelve más factible enfocar las estrategias, esfuerzos y recursos hacia ciertos sitios y aspectos de las comunidades que en otros.

En el Plan de Gestión del CoBAS del 2018, se realizó un plan de acción y un plan de trabajo. Según CMP (2013, p.48) “el plan de acción es una descripción de los objetivos, metas y estrategias de un proyecto que serán implementadas para reducir las amenazas identificadas y hacer uso de las oportunidades”. Por otro lado, “el plan de trabajo es una programación de corto plazo para la implementación de un plan de acción o plan de monitoreo. Los planes de trabajo enumeran las tareas requeridas, las personas responsables de cada tarea, el momento en el cual se necesita realizar cada tarea y la cantidad de dinero u otros recursos que serán requeridos” (CMP, 2013, p.48).

En el Plan de Gestión del CoBAS del 2018, además, se escogieron indicadores del documento denominado: “*Herramienta para medir la efectividad de la gestión de Corredores Biológicos*” (SINAC, 2017), para evaluar las estrategias. Esa herramienta plantea una propuesta metodológica con indicadores y verificadores para ser aplicados ya sea durante

una evaluación externa o una autoevaluación de la gestión realizada por los mismos comités locales (SINAC, 2017).

Por último, a las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018, se les asignaron ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025 Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica (SINAC 2018). El Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) se creó el 30 de mayo del 2006 por Decreto Ejecutivo N.º 33106-MINAE1. El PNCB fue creado y pertenece al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) como una estrategia nacional para la conservación y uso de la biodiversidad fuera de las áreas silvestres protegidas. El objetivo general del PNCB es “la promoción de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica, para el beneficio de la sociedad” (SINAC, 2017, p.1).

Cuadro 33. Asociación de las estrategias con un sitio de la zonificación mediante las actividades. SINAC (2018).

Estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018	Actividades de la estrategia que se pueden localizar en el CoBAS	Asociación de la estrategia con los EFM y comunidades (zonas)
1) Estrategia ganadería amigable para la restauración de la ribera del río y nacientes	1) Identificar dueños de fincas ganaderas en la cuenca del río Peñas Blancas: Categorizar las fincas aledañas basado en su consolidación y aporte a la restauración sobre la ruta de conectividad en la cuenca del río Peñas Blancas.	El sitio de interés es el que está ocupado por el EFM de la Subcuenca del Río Peñas Blancas en todas las siete comunidades del CoBAS por existir ganadería y ríos de la Subcuenca en cada una
2) Restauración forestal de las zonas degradadas sobre la ruta de conectividad del Río Peñas Blancas	2) Entrevistar e identificar las necesidades del sector y el impacto que puede generar las actividades realizadas en las fincas	El sitio de interés es el que está ocupado por los Anfibios endémicos en la Ruta de Conectividad del Río Peñas Blancas por ser el más idóneo en medio de la zona más poblada del CoBAS conformada por Santa Elena, Montecarlo y Quizarrá
3) Estrategia diseño de una ruta turística para encadenar los emprendimientos sostenibles	1) Identificar los emprendimientos turísticos sostenibles del COBAS: Categorizar los emprendimientos	El sitio de interés es el que está ocupado por el EFM de los Negocios por ser lugares de

	<p>turísticos sostenibles basado en su consolidación.</p> <p>2) Diseñar la ruta turística que promueva las redes de trabajo conjunta de los emprendimientos turísticos sostenibles</p>	<p>interés turístico, en todas las siete comunidades</p>
<p>4) Estrategia preparación para el ingreso al mercado mayorista de la Región Brunca</p>	<p>1) Identificar los productores agropecuarios del COBAS: Categorizar los productores basado en su consolidación y posibilidad de su sostenibilidad</p>	<p>El sitio de interés es el que está ocupado por los EFM de Cultivos de Caña en Santa Elena, Montecarlo, Quizzarrá y Santa María; Cultivos de Café y Ganadería estos dos últimos, en las siete comunidades</p>
<p>5) Estrategia de regeneración de árboles críticos para alimentación y refugio de aves endémicas de la región</p>	<p>1) Identificadas las especies de árboles y plantas críticas para la zona</p> <p>2) Identificar los sitios prioritarios y el seguimiento a la regeneración</p> <p>3) Iniciar campañas de reforestación en los sitios prioritarios</p>	<p>El sitio de interés es el que está ocupado por el EFM de aves endémicas y orquídeas endémicas en las siete comunidades</p>
<p>6) Estrategia implementación de protocolo de manipulación de anfibios con fines de investigación y visitación turística</p>	<p>1) Diseñar una propuesta de protocolo de manipulación de anfibios</p>	<p>El sitio de interés es el que está ocupado por los Anfibios endémicos en las siete comunidades</p>
<p>7) Estrategia establecimiento de un vivero demostrativo-banco genético de orquídeas</p>	<p>1) Plantear un perfil de proyecto para el vivero demostrativo-banco genético de orquídeas: Identificar los sitios con probabilidad para la implementación del vivero</p>	<p>El sitio de interés es el que está ocupado por las Orquídeas endémicas en las siete comunidades</p>
<p>8) Estrategia fortalecimiento del comité local del CoBAS</p>	<p>Aumentar la representatividad de los usuarios del CoBAS en el comité</p>	<p>El sitio de interés es el que está ocupado por el EFM de la Infraestructura, por estar conformada por los asentamientos humanos de las siete comunidades del CoBAS</p>

Resultados

Zona de la comunidad de Montecarlo

Dentro de los resultados de la zonificación para Montecarlo se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

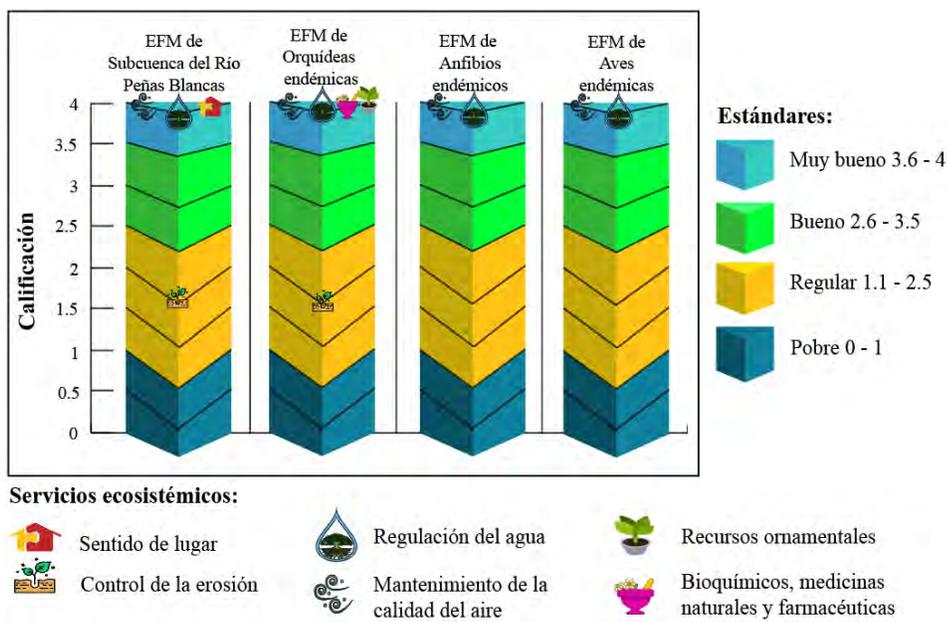
- Montecarlo posee pocas viviendas comparado a su extensión. Algunas de esas viviendas se encuentran en zonas deforestadas, en medio de un parche boscoso de importante conectividad y en cercanías al Río Peña Blanquita, que nace en el Parque Nacional Chirripó. Por el resto del recorrido de ese río, se conserva zona de protección a pesar de estar rodeado de ganadería, manteniéndose así hasta unirse con el Río Peñas Blancas.
- La Finca la Bernina contiene en su mayoría agricultura de café que se extiende a lo largo del centro de la comunidad de Montecarlo. Esta posee una percepción de control de la erosión en disminución por parte de la población entrevistada.
- Montecarlo posee un parche boscoso que se ha regenerado y es el único en la parte central del CoBAS. Los resultados del NDVI muestran que existe mayor vigor vegetativo en las plantaciones de café cercanas al parche regenerado que al norte donde limita con ganadería.
- Al sur de la Finca la Bernina se ubican quebradas tributarias del Río Peñas Blancas que pueden presentar contaminación debido al uso de productos químicos (fertilizantes y plaguicidas) utilizados para la producción de café.
- En los resultados de la zonificación se pueden apreciar zonas de las plantaciones de café que son idóneas para la conservación de orquídeas endémicas y aves endémicas.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en Montecarlo

El futuro deseado en Montecarlo es realizable debido a la poca infraestructura que ocasiona compromisos con los demás EFM. El control de la erosión fue el indicador más bajo con 2 (Gráfico 3). La población entrevistada comentó que en Montecarlo los suelos son de mala calidad, la erosión se da sólo en los cafetales; el río Peña Blanca se ve muy afectado; no paran de utilizar herbicidas; hay personas que utilizan abono orgánico; el producto COUNTER que utilizan en La Bernina, el cual es muy dañino para las aves. Con respecto al producto COUNTER, no se puede afirmar por completo que la utilización del COUNTER causa la muerte de aves. Lo que sí es conocido es que dicho producto es tóxico para humanos y animales.

Es recomendable fomentar la educación ambiental en la comunidad desde la educación primaria. La población entrevistada reflejó una deficiencia de conocimiento ambiental y del significado de conceptos como la erosión del suelo.

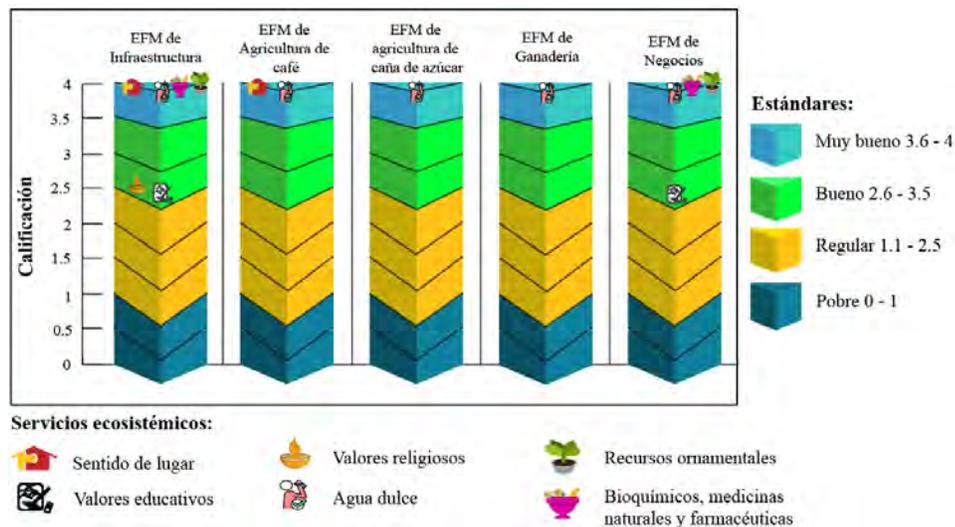
Gráfico 3. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Montecarlo. Elaboración propia.



El SE de **valores educativos** obtuvo una calificación del 2,67 (Gráfico 4). La población concuerda con que se necesita mejorar la educación a la que tienen acceso; otros afirman que la educación ha mejorado porque aumentó la cantidad de materias. Se recomienda como estrategia seguir progresando en mantener la calidad de la escuela.

El SE de **valores espirituales y religiosos** obtuvo una calificación del 2,67 (Gráfico 4). La población comentó que la pandemia de COVID-19 afectó la cantidad de personas que visitaban las iglesias pero que se ha ido reactivando poco a poco. Se recomienda como estrategia seguir practicando actividades religiosas que son importantes para mantener la armonía en la comunidad.

Gráfico 4. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Montecarlo. Elaboración propia.



Zona de la comunidad de Quizarrá

Dentro de los resultados de la zonificación para Quizarrá se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

- La zona poblada está extendiéndose a lo largo de la ruta de conectividad del Río Peñas Blancas lo que podría afectar la limpieza del mismo.
- Hay una plantación de caña al norte que colinda al este con la ruta de conectividad del Río Caliente y al sur con la zona poblada. Con respecto a la calidad del aire, la mayoría de población entrevistada opinó afirmativamente sobre la afectación por la quema de caña y probablemente la población asentada en las cercanías de esa plantación sea mayormente afectada.
- Se percibe un control de la erosión negativo en las zonas ganaderas de Quizarrá que además es recorrido por tres afluentes del Río Peñas Blancas y tres del Río Caliente.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en Quizarrá

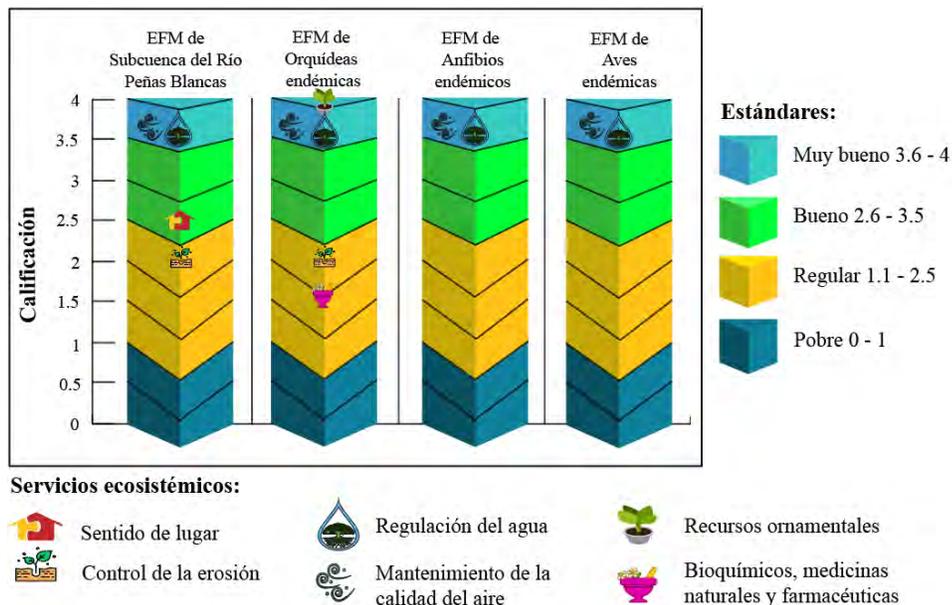
Con respecto al futuro deseado en Quizarrá, según los resultados de los indicadores se puede recomendar como estrategia impulsar el conocimiento sobre plantas medicinales que obtuvo una calificación de 2 (Gráfico 5). Esa calificación se puede deber a una transformación en las prácticas culturales de Quizarrá. Por su riqueza natural reflejada en el NDVI, Quizarrá tiene potencial para incrementar ese indicador si por ejemplo, monetizara las plantas medicinales al crear una empresa. Se recomienda fortalecer las relaciones sociales, para incrementar el potencial de ese SE, que indirectamente podría beneficiar al EFM de las orquídeas endémicas por medio de la polinización, a los negocios y la infraestructura.

El **control de la erosión** obtuvo una calificación del 2,4 (Gráfico 5), esto puede deberse a que Quizarrá ha contado con importantes zonas boscosas que se han mantenido con pocos cambios a lo largo del tiempo. Se recomienda utilizar abonos orgánicos en mayor medida.

El SE de **sentido de lugar** obtuvo una calificación del 2,8 (Gráfico 5 y 6). Con respecto a este SE la población mencionó que: en Quizarrá no llegan a vivir personas nuevas desde

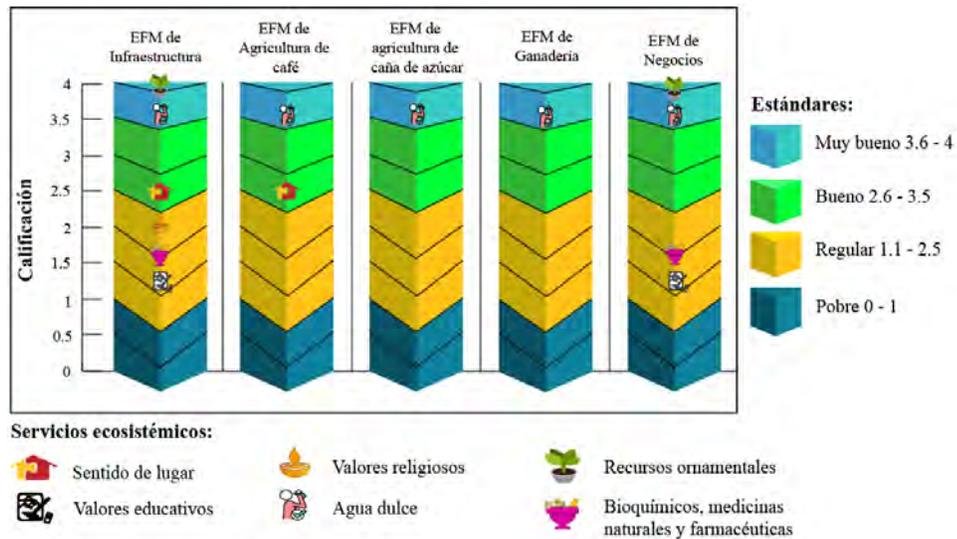
hace tiempo, a las personas extranjeras les cuesta integrarse a la comunidad por el idioma, la pandemia de COVID-19 disminuyó el sentido de lugar, los extranjeros se llevan bien con todos, el grupo de AMACOBAS es una gran ayuda, muy pocos extranjeros participan de las actividades comunales. Para este SE se recomienda aumentar el desarrollo socioeconómico creando emprendimientos sostenibles o la creación de parques que inviten a la comunidad (más que todo de la parte sur de Quizarrá) a sentirse unida.

Gráfico 5. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Quizarrá. Elaboración propia.



Los **valores educativos** obtuvieron la calificación más baja con un 1,6 (Gráfico 6). Lo anterior puede deberse a que en Quizarrá la población joven tiende a continuar sus estudios universitarios en Estados Unidos o en la Gran Área Metropolitana. Para aumentar el SE de valores educativos se recomienda brindar a la población desde edades tempranas, educación ambiental que la mantenga consciente sobre la ecología, cómo conservarla y cómo diferentes medios de vida rurales intervienen en los procesos ecológicos y así puedan formar parte de personas que decidan regresar a vivir ahí y conservarlo.

Gráfico 6. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Quizarrá. Elaboración propia.



Zona de la comunidad de San Francisco

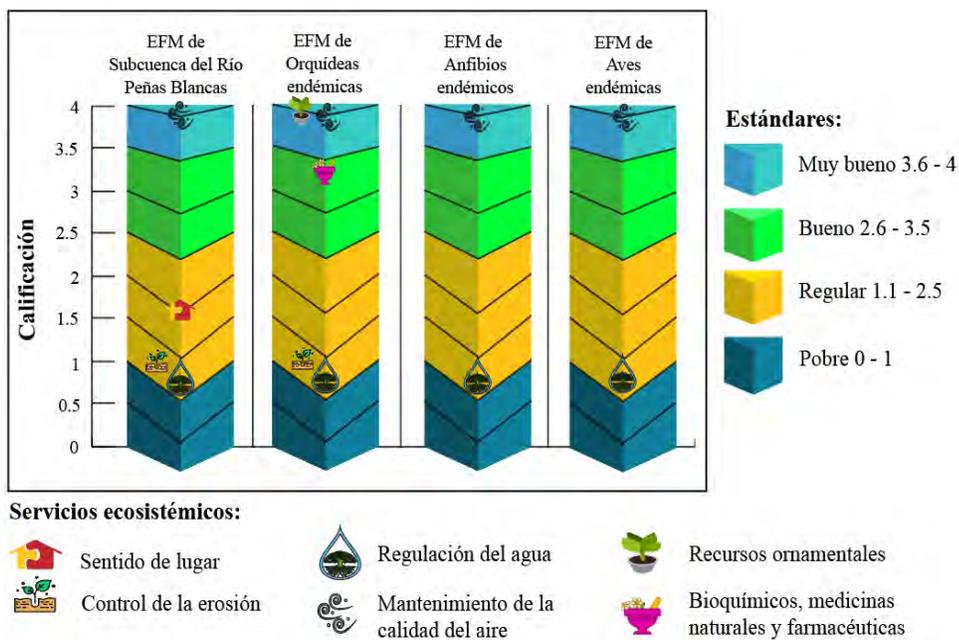
Dentro de los resultados de la zonificación para San Francisco se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

- Al sur de San Francisco un parche boscoso que limita al oeste por parcelas dedicadas a monocultivo de piña (PINDECO) y al este por un uso ganadero. Ese parche boscoso está siendo unido por muy poco bosque con un parche boscoso en el norte de esa comunidad. Ambos parches son atravesados por afluentes del Río Caliente, lo que puede explicar por qué continúan ahí.
- Se han reforestado quebradas, pero hay zonas a lo largo de estas que se encuentran totalmente rodeadas de ganadería o por cultivos de piña.
- La piñera se encuentra muy cercana a la zona poblada de San Francisco lo que facilita la propagación de agroquímicos por el aire hasta llegar a las viviendas.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en San Francisco

Según los resultados de los SE's lo que necesita mejorarse es la **regulación del agua** y el **control de la erosión**, ambos SE's obtuvieron una calificación del indicador de 1,33 (Gráfico 7). Con respecto al control de la erosión la población mencionó que el suelo por partes es fértil pero que en general se necesita mucho abono, además que en la agricultura se utiliza abono orgánico de res o de chanco. Si se quiere poner a producir un cultivo en el CoBAS se recomienda utilizar abono orgánico local. Además se deben cuidar los desechos de la ganadería para evitar en lo posible que generen contaminación de las quebradas en San Francisco.

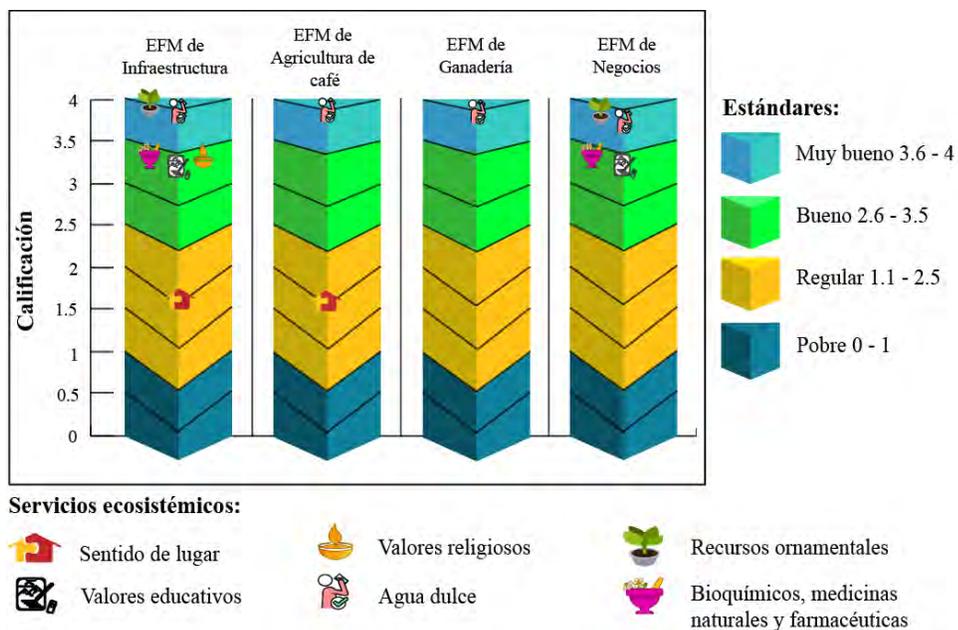
Gráfico 7. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de San Francisco. Elaboración propia.



En San Francisco además, se debe mejorar el **sentido de lugar** que obtuvo una calificación de 2 (Gráfico 7 y 8). La población mencionó que siempre hay cariño por el lugar donde se vive y nadie se quiere ir, pero también que, ahora les cuesta más participar en las

actividades, se dan ayudas desiguales, ha disminuido el sentido de lugar porque ha llegado gente de otros lugares a vivir y en general se ha vuelto muy conflictivo. Para esta comunidad se recomienda aumentar la seguridad pública, el corredor es muy seguro pero que llegue población desconocida de afuera del CoBAS puede estar generando un ambiente de desconfianza.

Gráfico 8. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de San Francisco. Elaboración propia.



Zona de la comunidad de San Ignacio

Dentro de los resultados de la zonificación para San Ignacio se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

- Al norte de San Ignacio se está extendiendo la frontera ganadera llegando por poco al Parque Nacional Chirripó y dejando al descubierto parte de la ruta de conectividad del Río Caliente, parecido al caso de Montecarlo con la Ruta de conectividad del Río Peñas Blancas.

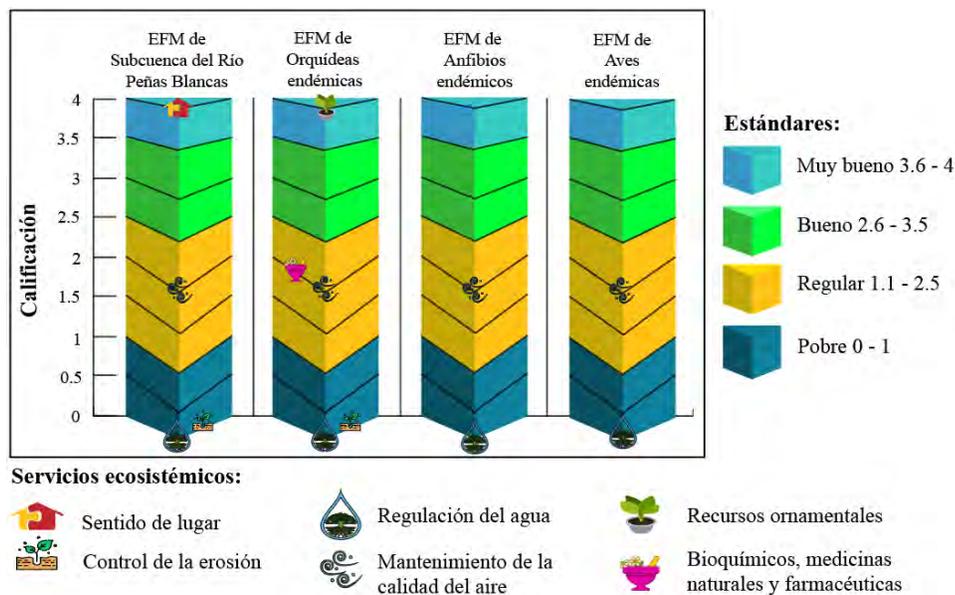
- En esta comunidad se encuentra un cultivo de café en zonas de pendiente elevada que limita al norte con el parche boscoso que pertenece a la Ruta de Conectividad del Río Caliente.
- El complejo turístico del Hotel Altagracia limita al noroeste con bosque ralo que contiene una quebrada, al lado este limita con otra quebrada con bosque regenerado y el resto del área se encuentra rodeado de ganadería.
- Se puede observar una diferencia significativa de la cantidad de cobertura boscosa que forma parte del Río Caliente del lado de Montecarlo y Quizarrá con respecto al lado de San Ignacio. El lado de San Ignacio contiene en su mayoría ganadería, el resto está compuesto por pequeños parches de bosque fragmentados.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en San Ignacio

Los SE's de **control de la erosión y regulación del agua** obtuvieron una calificación de 0 cada uno (Gráfico 9). Con respecto al control de la erosión la población mencionó que el suelo ha perdido la capacidad de producir y los herbicidas han deteriorado el suelo. Por otra parte, sobre la regulación del agua, la población mencionó que la cantidad de agua disminuye en la temporada seca, y en general disminuye por labores ganaderas, por la producción de piña y por La Hacienda Altagracia. La comunidad de San Ignacio se localiza más elevada en comparación con el resto de comunidades del CoBAS y además posee mayores pendientes, esto puede ser un factor que incremente la infertilidad del suelo al quedar los nutrientes transportados por los ríos en las partes más bajas por el efecto de la gravedad. Las pendientes y altitud de San Ignacio explican que se necesiten más nutrientes y cuidados para poder cultivar. Se recomienda evitar en lo posible los daños al suelo, conservar los fragmentos de bosque que quedan y reforestar en el suelo que aún lo permita.

El SE de **calidad del aire** obtuvo una calificación de 2 (Gráfico 9). La población mencionó que la deforestación ocasiona que disminuya la calidad del aire. Se recomienda reforestar en las partes bajas de la cuenca en San Ignacio para que al aumentar el tamaño de la zona de protección de ríos y quebradas la calidad del aire mejore.

Gráfico 9. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de San Ignacio. Elaboración propia.

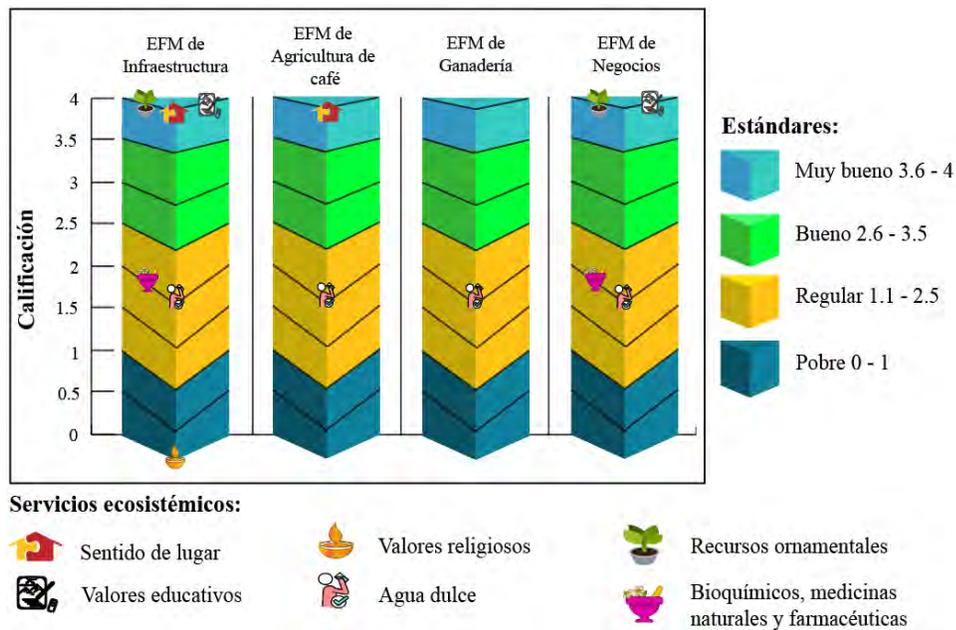


Los SE de **medicinas naturales** y el de **agua dulce** obtuvieron una calificación de 2 cada uno (Gráfico 9 y 10). Con respecto a las medicinas naturales la población mencionó que siempre se tiene la costumbre de sembrar y casi nadie siembra. Se recomienda transmitir el conocimiento sobre plantas medicinales de generaciones mayores a las más jóvenes. Por otro lado, para el agua dulce la población opinó que en el verano disminuye. Se recomienda conservar la naciente que alimenta a la población de San Ignacio para mitigar los efectos del verano sobre esta.

El SE de **valores espirituales y religiosos** obtuvo una calificación de 0 (Gráfico 10). Con respecto a este SE la población mencionó que las personas se han desligado de las

actividades religiosas, eso en todo lado se da y la mayoría de los religiosos permanecen católicos. Se recomienda rescatar las tradiciones religiosas que pueden estarse perdiendo y que son importantes para las relaciones armónicas.

Gráfico 10. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de San Ignacio. Elaboración propia.



Zona de la comunidad de Santa Elena

Dentro de los resultados de la zonificación para Santa Elena se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

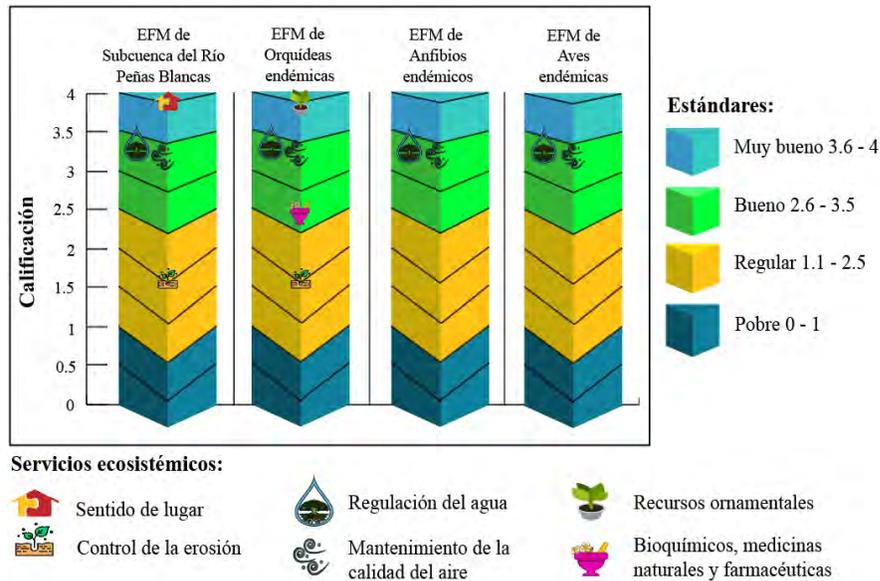
- El Refugio de Aves Los Cusingos se encuentra rodeado de cultivos de caña al norte y sur y la comunidad de La Paz al este dificultando la conectividad entre ese refugio, la Reserva Biológica de las Nubes y el PNCh en la Ruta del Río Peñas Blancas.
- Al sur de Santa Elena se encuentra la mayor parte de los cultivos de caña de azúcar del CoBAS, y muchos de ellos limitan con cobertura boscosa.

- Santa Elena es la comunidad más extensa del CoBAS y la manera en la que se expandió fue siguiendo un camino que va en dirección sur-norte, mismo sentido que siguen ríos y quebradas. También hay caminos más cortos que van en dirección oeste-este y atraviesan la hidrología de esa comunidad pudiendo interferir con la conectividad de la parte central del CoBAS.
- En el límite norte se pueden apreciar zonas ganaderas en medio de la zona boscosa que pueden interferir con la conectividad.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en Santa Elena

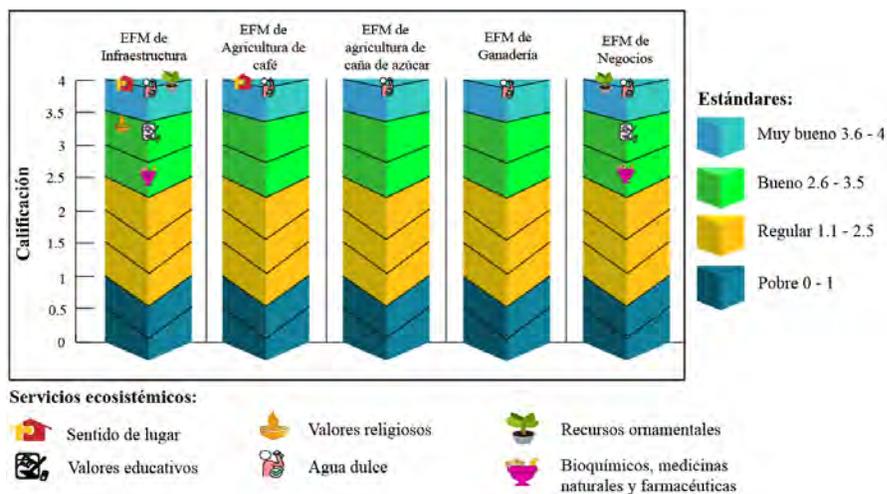
El SE que obtuvo la menor calificación fue el **control de la erosión** con un 2 (Gráfico 11). La población mencionó que: ha aumentado la erosión porque se siembra mucho, se aprovechan los desechos orgánicos de gallinaza y bagazo de la caña como abono, Playa Verde es muy fértil, la fertilidad depende de la zona, los que poseen cafetales no controlan la erosión, ha bajado la productividad del suelo, se utiliza más abono y fungicidas. Se recomienda aplicar la rotación de cultivos para potenciar el aprovechamiento productivo del suelo y seguir aplicando abonos orgánicos.

Gráfico 11. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Santa Elena. Elaboración propia.



Con respecto a los SE's de los EFM productivos, todos se mantienen en el estándar deseado (Gráfico 12).

Gráfico 12. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Santa Elena. Elaboración propia.



Zona de la comunidad de Santa María

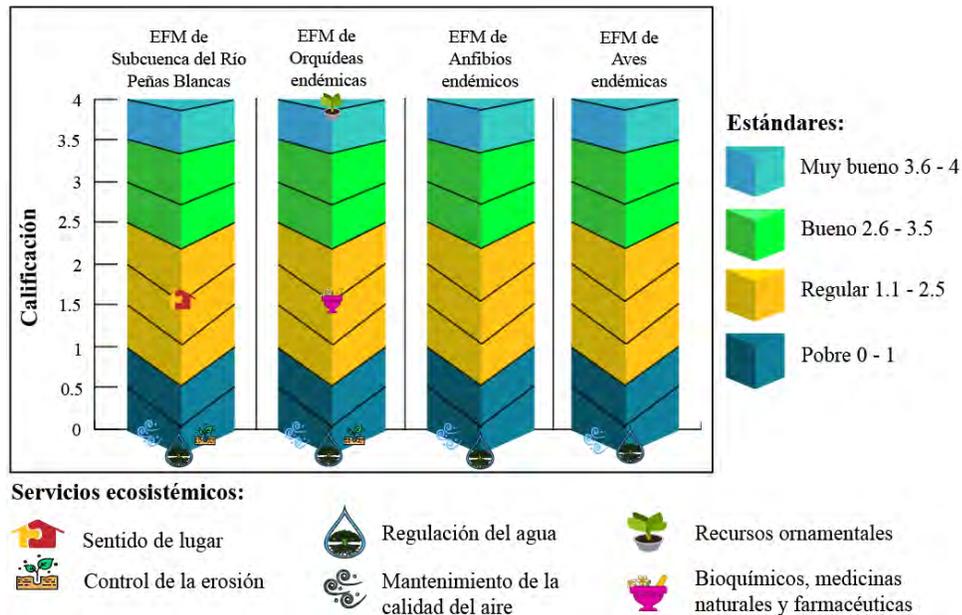
Dentro de los resultados de la zonificación para Santa María se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

- Posee zonas ganaderas a orillas de la zona de protección de una quebrada tributaria del Río Caliente, en las cuales además se percibe una disminución del control de la erosión.
- Contiene parches de bosque aislados por agricultura de café y ganadera, los cuales pueden contribuir a aumentar la fragmentación ecológica en esa comunidad.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en Santa María

Los SE's de **calidad del aire, recurso hídrico, control de la erosión** se perciben en disminución ya que todos obtuvieron una calificación de 0 (Gráfico 13). Lo anterior quizá se deba a la deforestación provocada por el cultivo de café, la actividad ganadera y la combustión de vehículos, lo que ocasiona contaminación de quebradas que antes eran de agua potable. Las anteriores fueron justificaciones dadas por la población entrevistada y la mayoría se refleja en el mapa de usos de la tierra realizado. Se recomienda dar educación ambiental a la población en edades más tempranas de la comunidad para que posean herramientas de protección de recursos como suelo, el aire y agua y los propaguen en su comunidad. También se recomienda practicar ganadería y agricultura de café sostenibles con el ambiente empezando por crear un sistema entre ganadería y cultivos agrícolas del que ambas actividades se beneficien como por ejemplo, la fabricación de abono orgánico.

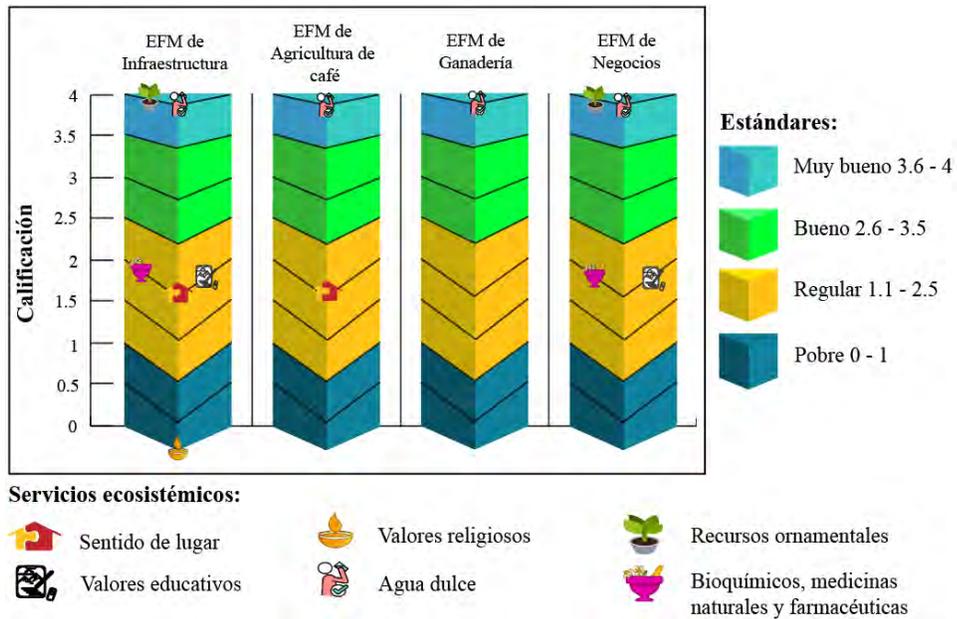
Gráfico 13. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Santa María. Elaboración propia.



Las **medicinas naturales** obtuvieron una calificación de 2, la población mencionó que los que mantenían ese conocimiento han ido muriendo por eso ha disminuido (Gráfico 13 y 14). Se recomienda aumentar el conocimiento sobre plantas medicinales.

La población comentó que no se tiene confianza con los otros vecinos, hay más corrupción y asaltos, mucho individualismo y entre más casas es peor; también que la escuela está mal administrada por el desorden y encerrada en mallas; y como sucede en Quizarrá, la población joven. Lo anterior puede justificar que los SE's culturales hayan salido con calificaciones bajas en su mayoría: **valores espirituales y religiosos (0)**, **sentido de lugar (2)** y **valores educativos (2)** (Gráfico 14). Debido a lo anterior para la comunidad de Santa María se recomienda fortalecer las relaciones sociales y aumentar la seguridad ciudadana.

Gráfico 14. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Santa María. Elaboración propia.



Zona de la comunidad de Santa Marta

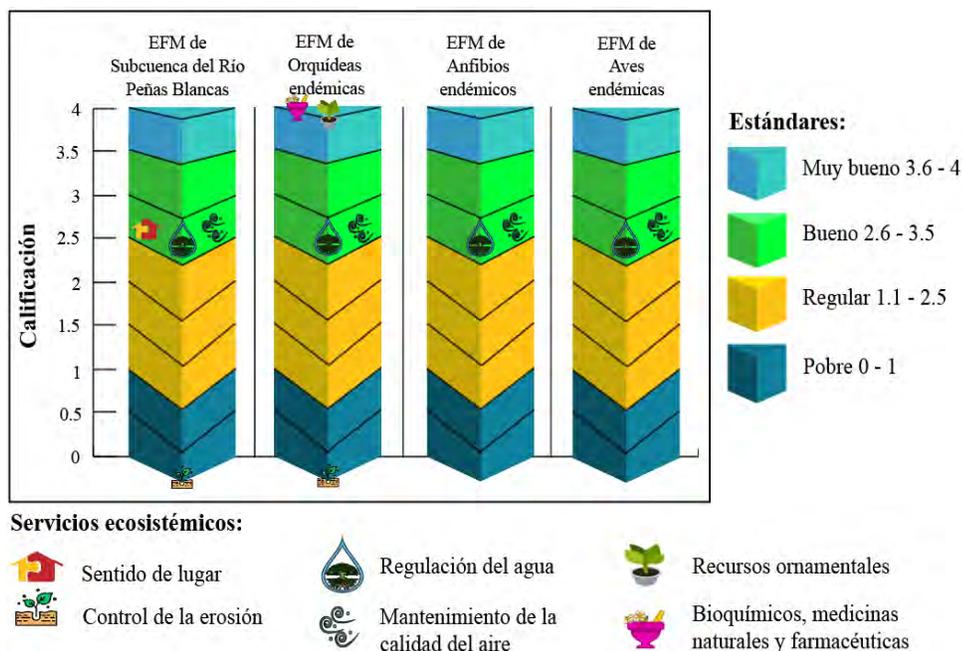
Dentro de los resultados de la zonificación para Santa Marta se pueden destacar los siguientes compromisos en la comunidad:

- Al sur de Santa Marta se visualiza una parte de cultivo de piña que llega desde San Francisco, según la población entrevistada el mantenimiento de ese cultivo genera contaminación del aire en las áreas aledañas.
- Al norte de Santa Marta y cerca de su parte poblada se localiza un cultivo de caña que puede contaminar el aire.
- Al noreste del cultivo de caña anteriormente mencionado, se localiza un parche boscoso que puede estar evitando que se dé una contaminación del aire masiva.

Aspectos a mejorar para el futuro deseado en Santa Marta

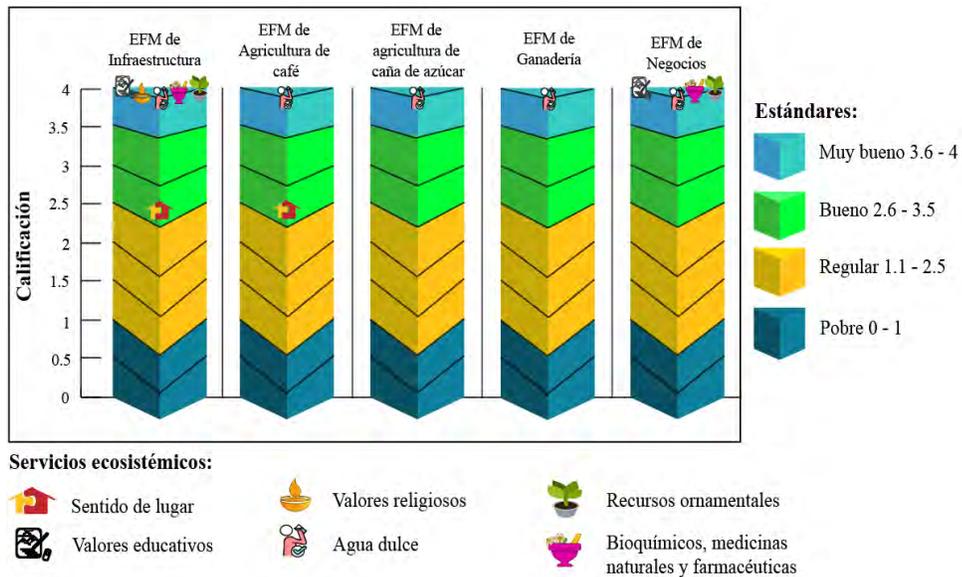
En Santa Marta se debe mejorar el SE de **control de la erosión** que obtuvo una calificación de 0 (Gráfico 15). Con respecto a esa calificación la población mencionó que el tiempo útil de las tierras se perdió, las tierras se trabajan mucho y es caro mantenerlas bien, Sin abono no se produce nada y se disparó el precio del abono.

Gráfico 15. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM ecológicos en la comunidad de Santa Marta. Elaboración propia.



Los resultados para los indicadores de EFM ecológicos en general se encuentran en buen estado según la población (Gráfico 16).

Gráfico 16. Resultados de los indicadores y estándares para valorar las condiciones deseadas de los EFM productivos en la comunidad de Santa Marta. Elaboración propia.



Balance general de los resultados de los indicadores de la idoneidad de los EFM y para cada comunidad

A nivel de comunidad la mayoría presenta calificaciones de SE's entre buenas y muy buenas; la excepción la presentó Santa María con un 1,75 y San Ignacio con un 1,97. Por otro lado, la calificación más alta la obtuvo Montecarlo con un 3,81 seguido de Santa Elena con un 3,57, Quizarrá con 3,26, Santa Marta con 3,14 y San Francisco con 3,04 (Cuadro 34).

A nivel de EFM las calificaciones más altas corresponden a los EFM de producción y las más bajas a los EFM ecológicos. La calificación más baja la obtuvo la subcuenca del Río Peñas Blancas, lo cual refleja la percepción de disminución de la calidad del ambiente en la parte norte del CoBAS. Por otro lado la calificación más alta la obtuvo la agricultura de caña con un 3,87 (Cuadro 34).

Cuadro 34. Calificación del resultado del indicador: porcentaje de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SE's del EFM. Elaboración propia.

Comunidad	Calificación del indicador: % de una tendencia positiva según la percepción									Promedio (0-4)
	Sub cuenca del Río Peñas Blancas	Orquídeas endémicas	Anfibios endémicos	Aves endémicas	Infraestructura	Agricultura de café	Agricultura de caña	Ganadería	Negocios	
Montecarlo	3,5	3,4	4	4	3,56	4	4	4	3,67	3,81
Quizarrá	3,1	3,12	3,6	3,6	2,73	3,2	3,6	3,6	2,8	3,26
San Francisco	2,17	2,8	2,7	2,67	3,33	3	-	4	3,67	3,04
San Ignacio	1,5	1,6	1	1	2,67	3	-	2	3	1,97
Santa Elena	3,17	3,07	3,3	3,33	3,56	4	4	4	3,67	3,57
Santa María	0,5	1,2	0	0	2,33	3	-	4	3	1,75
Santa Marta	2	2,67	2,7	2,67	3,78	3,33	4	4	4	3,14
Total (0-4)	2,28	2,58	2,47	2,47	3,14	3,36	3,87	3,66	3,40	

Asociación entre el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y la zonificación propuesta

Para este TFG se asoció el Plan de Gestión del CoBAS del 2018 con la zonificación por medio de la aproximación en la localización de sitios al que se refieren las estrategias de dicho plan, para evidenciar la compatibilidad de gestión entre ambos tomando como base lo que se ha venido trabajando en el CoBAS en sus planes de monitoreo. Lo ideal en adelante, es que se sigan monitoreando los indicadores de cada EFM como un estudio paralelo a los siguientes planes de gestión.

Con el fin de que la población y actores clave del CoBAS posean una comprensión de los indicadores de manera fácil y rápida, estos se plantearon de manera que tuvieran la misma estructura para cada comunidad. Lo necesario para monitorear la zonificación es medir los indicadores de % de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SE's del EFM.

La manera de recolectar los datos para medir los indicadores puede ser la que más se ajuste a los gustos de la persona designada para ese fin, lo importante es que se cumpla con lo requerido, que principalmente sería: asegurarse que los indicadores a medir coincidan con los requeridos para cada estrategia y comunidad (Cuadro 36), entrevistar a una cantidad de personas determinada por comunidad (Cuadro 35), preguntar en las entrevistas por la tendencia de cada SE (si ha aumentado, disminuido o se mantiene igual) y localizar las tendencias de cada SE en un mapa del CoBAS. Para el mapa se recomienda que sea impreso con una cobertura plástica que permita realizar anotaciones con marcadores y se le tomen fotos. En el Anexo 5 se proporciona la entrevista realizada en este trabajo.

Para la gobernanza del monitoreo de los indicadores se proponen dos alternativas: la primera, es en el caso de que se desee realizar de manera participativa con la población, para la que se propone designar siete miembros del Comité Local (uno para cada una de las siete comunidades del CoBAS) para que se encarguen de recolectar los datos de todas las

comunidades del CoBAS; la segunda alternativa es realizar la recolección de datos entre los mismos miembros del Comité Local.

Luego de poseer toda la información del estado y ubicación de los indicadores de cada comunidad, deben ser unificados y analizados por algún encargado del Comité Local para compartirlos entre todos los actores o presentados en alguna reunión de ese comité por los encargados de cada comunidad.

Cuadro 35. Cantidad de entrevistas recomendadas para realizar por comunidad como alternativa para recolectar los datos que conforman los indicadores. Elaboración propia.

Comunidad	Tamaño de muestra por comunidad (recomendación)
Montecarlo	4
Quizarrá	6
San Francisco	4
San Ignacio	2
Santa Elena	15
Santa María	1
Santa Marta	2
Total de entrevistas	34

Cuadro 36. Localización de las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 y plan de monitoreo para los indicadores de la zonificación propuesta. Elaboración propia a partir de SINAC (2018a)

1) Estrategia de ganadería amigable para la restauración de la ribera del río y nacientes								
Tomando como referencia el EFM de: Subcuenca del Río Peñas Blancas								
Responsable	Fecha	Recursos necesarios*	Indicador para evaluar el EFM	Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)	Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
Un representante de la ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	€5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Regulación del agua, mantenimiento de la calidad del aire, sentido de lugar y control de la erosión	3,5	G3. Representación de intereses de actores importantes en la gestión. G9. Estrategia de gestión de recursos para la implementación del Plan de Gestión.	M12. Al 2025, al menos el 50% de los corredores biológicos cuentan con un mecanismo de cooperación con otros actores vinculados a la gestión del corredor biológico.
				Quizarrá		3,1		
				San Francisco		2,17		
				San Ignacio		1,5		
				Santa Elena		3,17		
				Santa María		0,5		
				Santa Marta		2		
Meta	Aliados potenciales	Condición					S1. Aseguramiento de los servicios ecosistémicos y mejoramiento de medios de vida S5.	M31. Al 2023 el 75% de los comités locales del corredor biológico formulan
Para el 2022 se reducen en un 50% las amenazas que causan la	ACLAP, MAG, CCT SINAC, y GIZ.	Se consigue colaboración por parte de profesionales en el tema. El Gestor Local se encuentra contratado.						

degradación, alteración y contaminación de la cuenca del Río Peñas Blancas relacionadas a la ganadería tradicional.		Los usuarios están en disposición de apoyar la iniciativa del corredor.				Producción sostenible y en armonía con el objetivo del corredor biológico.	proyectos y gestionan fondos de apoyo para la implementación de los planes de gestión.	
2) Estrategia de restauración forestal de las zonas degradadas sobre la ruta de conectividad de río Peñas Blancas								
Tomando como referencia el EFM de: Anfibios endémicos								
Responsable	Fecha	Recursos*	Indicador para evaluar el EFM	Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)	Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
Un representante de la ADI de Montecarlo, Quizarrá y Santa Elena.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	€5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población (por comunidad) de los SE's del EFM.	Montecarlo	Regulación del agua y mantenimiento de la calidad del aire	4	E1. Cobertura Natural. G3. Representación de intereses de actores importantes en la gestión. G9. Estrategia de gestión de	M12. Al 2025, al menos el 50% de los corredores biológicos cuentan con un mecanismo de cooperación con otros actores vinculados a la gestión del corredor biológico
				Quizarrá		3,6		
				Santa Elena		3,3		

Meta	Aliados potenciales	Condición				recursos para la implementación del Plan de Gestión.	M31.
Para el 2022 se establece el proceso de regeneración en un 25% de los sitios críticos de la Ruta de Conectividad.	ACLAP, MAG, CCT, SINAC Y GIZ.	Se consigue colaboración por parte de profesionales en el tema. El Gestor Local se encuentra contratado. Los usuarios están en disposición de apoyar la iniciativa del corredor.				S1. Aseguramiento de los servicios ecosistémicos y mejoramiento de medios de vida. S5. Producción sostenible y en armonía con el objetivo del corredor biológico.	Al 2023 el 75% de los comités locales del corredor biológico formulan proyectos y gestionan fondos de apoyo para la implementación de los planes de gestión.

Estrategia de diseño de una ruta turística para encadenar los emprendimientos sostenibles								
Tomando como referencia el EFM de: Negocios								
Responsable	Fecha	Recursos*	Indicador para evaluar el EFM	Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)	Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
Un representante de las ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	Q5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Valores educativos, recursos ornamentales, Agua dulce, Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas	3,67	S1. Aseguramiento de los Servicios Ecosistémicos y mejoramiento de medios de vida. S5. Producción sostenible y en armonía con el objetivo del CB. S6. Iniciativas, certificaciones y sellos de sostenibilidad ambiental o ecológica.	M21. Al 2019, se aplica un "selló verde" para corredores biológicos en producción sostenible (aporta a la Meta 65 de ENB2).
				Quizarrá		2,8		
				San Francisco		3,67		
				San Ignacio		3		
				Santa Elena		3,67		
				Santa María		4		
				Santa Marta		4		
Meta	Aliados potenciales	Condición						
2022: se cuenta con una red trabajo de emprendimiento turístico sostenible que colaboran con la implementación de al menos una	ACLAP, MAG, CCT y GIZ.	El Gestor Local se encuentra contratado. Hay fondos para contratar a un especialista en el tema de comunicación Los usuarios están en disposición de apoyar la iniciativa del						

estrategia del plan de gestión del CoBAS.		corredor.									
4) Estrategia de preparación para el ingreso al mercado mayorista de la Región Brunca											
Responsable	Fecha	Recursos*	Indicador para evaluar el EFM	Tomando como referencia el EFM de: Agricultura de caña			Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025			
				Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)					
Un representante de las ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	€5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Agua dulce	3,67	S1. Aseguramiento de los Servicios Ecosistémicos y mejoramiento de medios de vida. S5. Producción sostenible y en armonía con el objetivo del CB S6. Iniciativas, certificaciones y sellos de	M12. Al 2025, al menos el 50% de los CB cuentan con un mecanismo de cooperación con otros actores vinculados a la gestión del corredor biológico. M21. Al 2019, se aplica un "selló verde" para corredores biológicos en producción sostenible			
				Quizarrá		2,8					
				Santa Elena		3,67					
				Tomando como referencia el EFM de: Agricultura de café					Montecarlo	Sentido de lugar y Agua dulce	4
				Quizarrá	3,2						
				San Francisco	3						
				San Ignacio	3						
				Santa Elena	4						
				Santa María	3						
				Santa Marta	3,33						

				Tomando como referencia el EFM de: Ganadería		sostenibilidad ambiental o ecológica.	(aporta a la Meta 65 de ENB2). M31. Al 2023 el 75% de los comités locales del corredor biológico formulan proyectos y gestionan fondos de apoyo para la implementación de los planes de gestión.	
				Santa Elena	Agua dulce			4
				Quizarrá				3,6
				Montecarlo				4
				San Francisco				4
				Santa Marta				4
				Santa María				4
				San Ignacio				2
Meta	Aliados potenciales	Condición						
2022: la apertura a nuevos mercados genera incentivos en producción de línea verde que ayude a implementar al menos una estrategia del plan de gestión del CoBAS.	ACLAP, MAG, PIMA, CCT y GIZ.	El Gestor Local se encuentra contratado. Hay fondos para contratar a un especialista en el tema de comunicación. Los usuarios están en disposición de apoyar la iniciativa del corredor.						

5) Estrategia de regeneración de árboles críticos para alimentación y refugio de aves endémicas de la región								
Responsable	Fecha	Recursos*	Indicador para evaluar el EFM	Tomando como referencia el EFM de: Aves endémicas			Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
				Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)		
Un representante de las ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	€5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Mantenimiento de la calidad del aire y Regulación del agua	4	G3. Representación de intereses de actores importantes en la gestión. G9. Estrategia de gestión de recursos para la implementación del Plan de Gestión. S1. Aseguramiento de los Servicios Ecosistémicos y mejoramiento de medios de vida S5. Producción sostenible y en armonía con el	M16. Al 2025 se ha aumentado en 2% la cobertura natural (17.750 hectáreas) dentro de corredores biológicos. M25. Al 2025 los comités locales de todos corredores biológicos han incluido estrategias de adaptación al cambio climático dentro de los planes de gestión.
				Quizarrá		3,6		
				San Francisco		2,67		
				San Ignacio		1		
				Santa Elena		3,33		
				Santa María		0		
				Santa Marta		2,67		
				EFM a evaluar: Orquídeas endémicas				
				Montecarlo	Recursos ornamentales, Mantenimiento de la calidad del aire, Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas,	3,6		
				Quizarrá		3,12		
				San Francisco		2,8		
				San Ignacio		1,6		
				Santa Elena		3,07		

				Santa María	Control de la erosión y Regulación del agua	1,2	objetivo del CB. S6. Iniciativas, certificaciones y sellos de sostenibilidad ambiental o ecológica.	
				Santa Marta		2,67		
Meta	Aliados potenciales	Condición						
Para el 2022 se cuenta con un 25% de los sitios prioritarios reforestados con especímenes de árboles críticos para la alimentación y refugio de aves endémicas.	CoopeAgri, ICE, SINAC, Mono Tití de la U de York.	El Gestor Local se encuentra contratado Los proyectos CoopeAgri, ICE, Mono Tití de la U de York cooperan.						

6) Estrategia de implementación de protocolo de manipulación de anfibios con fines de investigación y visitación turística								
Tomando como referencia el EFM de: Anfibios endémicos								
Responsable	Fecha	Recursos*	Indicador para evaluar el EFM	Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4)	Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
Un representante de las ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	€5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Mantenimiento de la calidad del aire y Regulación del agua	4	S2. Educación y comunicación ambiental, proyectos recreativos y Culturales.	M19. Al 2025, al menos el 50% de corredores biológicos tienen e implementan el monitoreo de especies indicadoras.
				Quizarrá		3,6		
				San Francisco		2,7		
				San Ignacio		1		
				Santa Elena		3,3		
				Santa María		0		
				Santa Marta		2,7		
Meta	Aliados potenciales	Condición						
Para el 2022 el protocolo se aplica como medida estándar para el manejo de especies de anfibios con fines turísticos,	Universidad de York.	El Gestor Local se encuentra contratado. La Universidad de York hace la propuesta técnica.						

investigación y comercio.								
Tomando como referencia el EFM de: Orquídeas endémicas								
Responsable	Fecha	Recursos	Indicador para evaluar el EFM	Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)	Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
Un representante de las ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	Q5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Recursos ornamentales, Mantenimiento de la calidad del aire, Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas, Control de la erosión y Regulación del agua	3,6	S2. Educación y comunicación ambiental, proyectos recreativos y Culturales.	M21. Al 2019, se aplica un "selló verde" para corredores biológicos en producción sostenible (aporta a la Meta 65 de ENB2).
				Quizarrá		3,12		
				San Francisco		2,8		
				San Ignacio		1,6		
				Santa Elena		3,07		
				Santa María		1,2		
Santa Marta	2,67							
Meta	Aliados potenciales	Condición						
2022: el stock genético no es vulnerable ante sus principales amenazas.	CoopeAgri, ICE, Mono Tití de la U de York.	Gestor Local contratado. Hay apoyo de las organizaciones comunales como AMACOBAS.						

8) Estrategia de fortalecimiento del comité local del CoBAS								
EFM a evaluar: Infraestructura								
Responsable	Fecha	Recursos*	Indicador para evaluar el EFM	Comunidad	Servicios ecosistémicos de los indicadores	Línea base según comunidad (0 - 4%)	Indicadores de efectividad de manejo	Ejes estratégicos del Plan Estratégico 2018-2025
Un representante de las ADI de Montecarlo, Quizarrá, San Francisco, San Ignacio Santa Elena, Santa María y Santa Marta.	En la elaboración del próximo plan de gestión del CoBAS.	€5 000	% de una tendencia positiva según la percepción de la población de los SE's del EFM.	Montecarlo	Sentido de lugar, Valores educativos, Recursos ornamentales, Agua dulce, Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas y Valores espirituales y religiosos	2,56	G2. Manejo adecuado del expediente. G4. Constancia de las reuniones. G5. Cumplimiento de los acuerdos. G9. Estrategia de gestión de recursos para la implementación del Plan de Gestión.	M5. Al 2025, todos los CB oficializados cuentan con un plan de gestión (Meta7-ENB2). M6. Al 2025, al menos 44 CB cuentan con el comité local oficializado y su respectivo reglamento de funcionamiento del Indicador. M8. Al 2019, los CB oficializados aplican herramienta para medir la efectividad de
				Quizarrá		2,73		
				San Francisco		3,33		
				San Ignacio		2,67		
				Santa Elena		3,56		
				Santa María		2,33		
				Santa Marta		3,78		
Meta	Aliados potenciales	Condiciones						
Para el 2022 el Comité Local del Corredor Biológico Alexander Skutch ha sido fortalecido a través de su consolidación	GIZ	El Gestor Local se encuentra contratado.						

administrativa y una representación inter institucional.							la gestión de CB (línea base). M9. Al 2025 el valor promedio de la Gestión de los corredores biológicos es de un 75%.
--	--	--	--	--	--	--	---

*Cantidad simbólica.

X. DISCUSIÓN

Al comparar los resultados obtenidos de la maqueta más el formulario se puede ver que los actores clave pudieron localizar en la maqueta más SE's de regulación que SE's culturales y lo opuesto pasó en el caso de los formularios donde predominó la selección de SE's culturales sobre los de regulación. Con respecto a los SE's de abastecimiento la selección se mantuvo casi igual tanto en la maqueta como en el formulario. Lo anterior puede indicar que tanto la maqueta como el formulario tienen fortalezas y debilidades para obtener información sobre los SE's más importantes, la presentación física del CoBAS por medio de una maqueta puede favorecer la selección de SE's de regulación y dificultar la localización de los SE's culturales y el formulario favorecer las selecciones de SE's culturales pero dificultar la selección de los SE's de regulación.

En Santa Elena (la más poblada), los SE's de regulación fueron menos en cantidad y variedad. En las demás comunidades se deberían tomar medidas de conservación ambiental para evitar que conforme vaya creciendo su población, los SE's de regulación disminuyan.

El hecho de que la ganadería se esté distribuyendo desordenada y rápidamente por todo el corredor, principalmente dejando al descubierto la parte norte (el sitio más importante dentro de las rutas de conectividad), vuelve más complejo el alcanzar una integración adecuada entre los EFM ecológicos y productivos.

Los resultados de las percepciones en las entrevistas a la población en muchas oportunidades fueron influenciados por la época y condiciones adversas que condicionaron el estado del CoBAS. Por ejemplo, la pandemia de COVID-19 repercutió en la tendencia de los SE's culturales, otro caso se presenció cuando se entrevistó una parte de la población en época lluviosa y otra parte en época seca con respecto a los SE's de regulación del agua y agua dulce. Se debe tomar en cuenta lo anterior para realizar una interpretación de los resultados obtenidos con la incertidumbre del caso.

Con respecto a los criterios utilizados para cada EMC se logró aproximar un sitio idóneo para cada EFM basado los resultados del primer capítulo, aun así, en la zonificación propuesta pudo ser una debilidad que la disponibilidad de datos biofísicos fue limitada. Es posible poner en práctica una metodología como la propuesta en este TFG en otros sitios y además utilizar criterios biofísicos, sociales, indicadores y estándares más precisos para justificar y medir con mejores bases los sitios idóneos de cada EFM.

El módulo MOLA permitió localizar los sitios más idóneos para cada EFM, sin embargo, por limitaciones del software, la cantidad de área a tomar en consideración fue de 24km² del total aproximado de 60km² del CoBAS, eso permitió visualizar la mayoría de los sitios representados conservando una idoneidad general del 93%. En futuras aplicaciones de ese módulo es importante tomar en cuenta que hay límites de área a considerar como idónea, además de que el peso asignado ya sea para una EMC o MOLA, no va a repercutir en grandes variaciones del área idónea si los criterios (EMC) u objetivos (MOLA) considerados son pocos. Por ejemplo, unos de los resultados de las EMC con menos factores fueron EMC de agricultura café y agricultura caña de azúcar y esos mismos mantuvieron constante el área ingresada y el área del resultado de idoneidad final al tomarlos en cuenta para el MOLA, sin importar el peso. Con las EMC ocurrió un caso similar, ya que entre menos criterios se incluyeran por EFM más área fue representada en el resultado final.

Se logró evidenciar que los EFM seleccionados se encuentran por todo el CoBAS sin importar los límites naturales o humanos. Debido a lo anterior, se propuso dividirlos para que se pudieran monitorear más efectivamente y desde el Comité Local del CoBAS, ya que cada comunidad tiene sus propios medios de vida y se ven impactadas por otros medios de vida circundantes, la manera que se consideró como la más conveniente para realizar la división fue por medio de las UGM, pero antes que nada debe asegurarse una participación activa de actores locales de cada comunidad.

XI. CONCLUSIÓN

Con respecto a las debilidades en la gestión del CoBAS, se deben enfocar esfuerzos en mejorar la participación de todas las comunidades involucradas, en especial Santa María y San Ignacio que presentaron las calificaciones de SE's más bajas. Lo anterior, para que la toma de decisiones sea la más acorde al deseo general de su población. Además, se recomienda realizar instrumentos de gestión claros dando coherencia a la formulación e integración de diferentes partes de la gestión, para que el manejo que le den los actores clave sea el más óptimo posible.

En lo respectivo a oportunidades, se evidenciaron varias iniciativas importantes de carácter socioeconómico, ambiental y cultural en el CoBAS. El retorno a las actividades de corte ambiental y nuevos eventos (ferias del maíz, feria agropecuaria, campañas de reciclaje, reforestación) que congregan a la población, ha dado como resultado un ambiente ideal y ordenado para la difusión cultural, la creación de conciencia ambiental, la convivencia comunal y el fomento del turismo rural. Las asociaciones de desarrollo, ASADAS, grupos organizados (productores locales, mujeres unidas, brigadas ambientales), universidades, juntas de educación y Gobierno municipal son actores de vital importancia en la proyección del el Corredor Biológico Alexander Skutch.

Se recomienda investigar las poblaciones de los EFM de orquídeas endémicas, anfibios y aves con mejor detalle, ya que de ellos depende la gestión de la conectividad ecológica del CoBAS. En relación a lo anterior, en el Plan de Gestión del CoBAS (2018) se mencionó que la barrera de pendiente (del terreno) puede estar actuando como limitante en el tránsito de la fauna, más no define con precisión el inicio de dicha barrera para poder considerarla dentro de la zonificación.

La integración de EFM ecológicos y productivos en la zonificación, de manera localizada y como parte de los indicadores, permitió realizar un control espacial de esos

elementos, lo cual es una ventaja que ofreció la oportunidad de combinar la zonificación de Stankey y Cole y la del SINAC.

Con respecto al reconocimiento del impacto de los EFM, es muy posible que la metodología de LCA permita generar mayor evidencia en comparación con la zonificación por usos, tanto formalmente sistematizada como evidencia empírica de estos impactos y crear así mayor experiencia acumulada en la gestión de las ASP que pueda sustentar su aplicación. Parte de esa mayor evidencia quizá se deba a que la metodología de los LCA toma en cuenta la medición e identificación del estado de indicadores por medio de un inventario que permite llevar un control de los límites aceptados para los recursos dentro de la zonificación. La metodología del SINAC considera (según orden de los pasos) primero la determinación del estado deseado de zonificación y posteriormente los indicadores, lo cual puede estar generando que los EFM o demás aspectos importantes para la conservación no sean lo suficientemente detallados para identificar su estado real y distribución de ese estado dentro del área a zonificar. Fue por ese motivo que en este TFG se siguió el orden de pasos de Stankey y Cole, que además se logró coincidir y relacionar con elementos de la EMC y MOLA anteriormente utilizados en procesos de zonificación.

Con el fin de integrar adecuadamente las percepciones de la población con respecto a SE's en la zonificación propuesta, se recomienda incorporar los SE's en programas de educación ambiental, a manera general se recomienda buscar la forma de proporcionar educación ambiental a toda la población del CoBAS que incluya las temáticas de erosión y servicios ecosistémicos (mayormente desconocidas entre la población entrevistada).

Según lo observado y mencionado por la población, se logró visualizar que por lo general hay una adquisición mantenida y en aumento de plantas ornamentales y medicinales. Por lo anterior se recomienda seguir contribuyendo con el aumento de esas plantas (principalmente en Quizarrá), para así favorecer el EFM de orquídeas endémicas y negocios en las comunidades.

Se espera que la zonificación propuesta ayude a mejorar las relaciones entre actores que se dedican a la producción y a la conservación ecológica, al proporcionarles a ambos más integración dentro de las decisiones de gestión ambiental del CoBAS. Tras haber elegido la opinión de la misma población como parte principal de los indicadores y estándares y que esa opinión se pueda comparar con factores ecológicos y el juicio experto de los gestores, se espera brindar un panorama más claro de los avances que tiene hasta la fecha la gestión del CoBAS.

Se espera que los indicadores y estándares planteados para cada una de las comunidades se mantengan en la mejor condición posible dentro de cada comunidad. Sin embargo, con el tiempo se espera obtener una mejor evidencia de los límites de cambio aceptables para alcanzar su estado deseado.

Haber localizado en la zonificación sitios potenciales delimitados según EFM y comunidad para las estrategias del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 complementó la parte del monitoreo, paso de suma importancia de la metodología de LCA de Stankey y Cole y parte de la metodología del SINAC para llevar un manejo adaptativo de la zonificación.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Mapeo de actores del Plan de Gestión del CoBAS del 2018

Actores sociales vinculados con el COBAS (SINAC, 2018b):

- **Empresas privadas con alta incidencia**

1. New Earth Preservation Rise (iniciativa de producción sostenible)
2. Hacienda AltaGracia – Hotel Boutique
3. Inversiones Bernina – producción agrícola café
4. Vistas del Chirripó Country Estates – bienes raíces <http://www.vistasdechirripo.com/>
5. Emprendimientos de turismo rural (no cuentan con una organización que los aglutine)
6. CoopeAgri R.L. (Finca Grano tico e ingenio de caña de azúcar, “El General” Milton Fonseca)

- **Organizaciones de carácter gremial – económico y género**

7. AMECE – Asociación de Mujeres Emprendedoras de Santa Elena
8. Heliconias del club 4s – Grupo de mujeres
9. Club 4s – grupo de mujeres desarrolla producción de miel de mariolas
10. AMACOBAS, Asociación de Mujeres Activas del Corredor Biológico Alexander Skutch
11. AMUQ, Asociación de Mujeres Unidas de Quizarrá

- **Organización de productores agropecuarios**

12. ASOCUENCA, Asociación para el Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Peñas Blancas- Pérez Zeledón

- **Principales organizaciones comunitarias**

13. ADI -Santa Elena

14. ADI - Quizarrá

15. ADI - Montecarlo

16. ADI - San Francisco

17. ADI - Santa María

18. Asada Santa Elena

19. Asada Montecarlo

20. Asada de Cajón (Administra acueducto de San Francisco)

- **Organizaciones externas al territorio del COBAS**

21. Universidades: York, de Costa Rica, Nacional

22. Centro Científico Tropical

23. Ministerio de Agricultura y Ganadería

24. SINAC – ACLAP

Anexo 2. Lista de actores clave entrevistados para la primera etapa de la metodología

Se tomó como referencia el mapeo de actores del Plan de Gestión del CoBAS del 2018 (2018b, p.19). Elaboración propia.

Entrevistados personalmente		
Nombre del encuestado	Lugar de residencia	Organización o grupo al que pertenece / oficio
Hannia Granados Rodríguez	Montecarlo	ADI de Montecarlo: integrante AMACOBAS: integrante
Ramón Mora Bonilla	Montecarlo	Productor agrícola
Jorge Arias Fonseca	Quizarrá	ADI de Quizarrá: presidente
Mario Mejía	Quizarrá	Investigador, empleado del Centro Científico Tropical
Jeanette Montero Ceciliano	Santa Elena	AMACOBAS: presidente
Ális Solís Hernández	Santa Elena	ADI de Santa Elena: presidente
Vivian Núñez	Santa Elena	AMESE: presidente
Grettell Fonseca Elizondo	Santa Elena	Empleada en el Eco Campus. Universidad de York, Canadá
Marvin Arias	Santa Elena	Dueño de la Finca CAPICACOA
Entrevistados digitalmente		
Nombre del encuestado	Lugar de residencia	Organización o grupo al que pertenece / oficio
Oscar Iván Hernández	Montecarlo	Brigada del CoBAS
Marilyn Rodríguez	Quizarrá	Vecina de la comunidad. Trabajó en el Centro Científico Tropical
Kenneth Navarrete Guerrero	Santa Elena	Coalición del CoBAS: presidente
José Araya	Los Ángeles, Daniel Flores, Pérez Zeledón	Investigador, empleado del Centro Científico Tropical

Anexo 3. Entrevista aplicada a los actores clave para la selección de los SE's más importantes por su contribución a la sociedad

Servicios Ecosistémicos del Corredor Biológico Alexander Skutch (CoBAS)			
Mediante este formulario, se está recopilando información sobre los servicios ecosistémicos existentes en Corredor Biológico Alexander Skutch y la percepción de actores sociales sobre los servicios ecosistémicos más importantes, la tendencia de estos (si permanecen igual, han aumentado o disminuido en cantidad y calidad) y la visión común a futuro para el corredor biológico. Los datos que usted nos suministre serán utilizados meramente para fines investigativos. Esta investigación forma parte de un trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Geografía de la Universidad de Costa Rica.			
Información del encuestado			
Nombre			
Lugar de residencia			
Organización o grupo al que pertenece y cargo que ejerce (asociación de desarrollo integral, grupo de mujeres, asadas, etc.)			
Servicios ecosistémicos			
Favor responder las siguientes preguntas. La lista de servicios ecosistémicos se tomó de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio del 2003			
Los servicios de abastecimiento son los productos obtenidos de los ecosistemas. Según su parecer, ¿Cuáles son los CUATRO servicios de abastecimiento más importantes en el CoBAS y la tendencia actual? [Seleccione un máximo de cuatro servicios de abastecimiento]			
Tipo de servicio ecosistémico de abastecimiento	Tendencia		
	Ha mejorado (en cantidad y calidad)	Se mantiene igual (en cantidad y calidad)	Ha disminuido (en cantidad y calidad)
Alimentos y fibra: Esto incluye la amplia gama de productos alimenticios derivados de plantas, animales y microbios, así como materiales como madera, yute, cáñamo, seda y muchos otros productos derivados de los ecosistemas.			

Combustible: La madera, el estiércol y otros materiales biológicos sirven como fuentes de energía.			
Recursos genéticos: Esto incluye los genes y la información genética que se utilizan para la cría de animales y plantas y la biotecnología.			
Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas: Muchos medicamentos, biocidas, aditivos alimentarios como alginatos y materiales biológicos se derivan de los ecosistemas.			
Recursos ornamentales: Los productos de origen animal, como pieles y conchas, y flores se utilizan como adornos, aunque el valor de estos recursos a menudo está determinado culturalmente. Este es un ejemplo de los vínculos entre las categorías de servicios de los ecosistemas.			
Agua dulce: Agua de buena calidad de la superficie o subterránea, para consumo humano, agricultura, industria, o desalada.			
<p>Los servicios de regulación son los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos ecosistémicos. Según su parecer, ¿Cuáles son los CUATRO servicios de regulación más importantes en el CoBAS y la tendencia actual? [Seleccione un máximo de cuatro servicios de regulación]</p>			
Tipo de servicio ecosistémico de regulación	Tendencia		
	Ha mejorado (en cantidad y calidad)	Se mantiene igual (en cantidad y calidad)	Ha disminuido (en cantidad y calidad)
Mantenimiento de la calidad del aire: Los ecosistemas			

<p>contribuyen y extraen sustancias químicas de la atmósfera, lo que influye en muchos aspectos de la calidad del aire.</p>			
<p>Regulación climática: Los ecosistemas influyen en el clima tanto a nivel local como global. Por ejemplo, a escala local, los cambios en la cobertura del suelo pueden afectar tanto a la temperatura como a las precipitaciones. A escala mundial, los ecosistemas desempeñan un papel importante en el clima al secuestrar o emitir gases de efecto invernadero.</p>			
<p>Regulación del agua: El momento y la magnitud de la escorrentía, las inundaciones y la recarga del acuífero pueden verse fuertemente influenciados por los cambios en la cobertura terrestre, incluidas, en particular, las alteraciones que cambian el potencial de almacenamiento de agua del sistema, como la conversión de humedales o la sustitución de bosques por tierras de cultivo o tierras de cultivo con áreas urbanas.</p>			
<p>Control de la erosión: La cobertura vegetal juega un papel importante en la retención del suelo y la prevención de deslizamientos de tierra.</p>			
<p>Depuración de agua y tratamiento de residuos: Los ecosistemas pueden ser una fuente de impurezas en el agua dulce, pero también pueden ayudar a filtrar y descomponer los desechos orgánicos introducidos en las aguas</p>			

continentales y los ecosistemas costeros y marinos.			
Regulación de enfermedades humanas: Los cambios en los ecosistemas pueden cambiar directamente la abundancia de patógenos humanos, como el cólera, y pueden alterar la abundancia de vectores de enfermedades, como los mosquitos.			
Control biológico: Los cambios en los ecosistemas afectan la prevalencia de plagas y enfermedades de los cultivos y el ganado.			
Polinización: Los cambios en el ecosistema afectan la distribución, abundancia y efectividad de los polinizadores.			
Protección contra tormentas: La presencia de ecosistemas costeros como manglares y arrecifes de coral puede reducir drásticamente el daño causado por huracanes o grandes olas.			
<p>Los servicios culturales son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas. Según su parecer, ¿Cuáles son los CUATRO servicios culturales más importantes en el CoBAS y la tendencia actual? [Seleccione un máximo de cuatro servicios culturales]</p>			
Tipo de servicio ecosistémico	Tendencia		
	Ha mejorado (en cantidad y calidad)	Se mantiene igual (en cantidad y calidad)	Ha disminuido (en cantidad y calidad)
Diversidad cultural: La diversidad de ecosistemas es un factor que influye en la diversidad de culturas.			

<p>Valores espirituales y religiosos: Muchas religiones atribuyen valores espirituales y religiosos a los ecosistemas o sus componentes.</p>			
<p>Sistemas de conocimiento (tradicionales y formales): Los ecosistemas influyen en los tipos de sistemas de conocimiento desarrollados por diferentes culturas.</p>			
<p>Valores educativos: Los ecosistemas y sus componentes y procesos proporcionan la base para la educación formal e informal en muchas sociedades.</p>			
<p>Inspiración: Los ecosistemas proporcionan una rica fuente de inspiración para el arte, el folclore, los símbolos nacionales, la arquitectura y la publicidad.</p>			
<p>Valores estéticos: Muchas personas encuentran belleza o valor estético en varios aspectos de los ecosistemas, como se refleja en el apoyo a los parques, los “recorridos escénicos” y la selección de ubicaciones de vivienda.</p>			
<p>Relaciones sociales: Los ecosistemas influyen en los tipos de relaciones sociales que se establecen en culturas particulares. Las sociedades pesqueras, por ejemplo, difieren en muchos aspectos en sus relaciones sociales de las sociedades agrícolas o de pastoreo nómadas.</p>			
<p>Sentido de lugar: Muchas personas valoran el "sentido de lugar" asociado con las características reconocidas de</p>			

su entorno, incluidos los aspectos del ecosistema.			
Valores del patrimonio cultural: Muchas sociedades valoran mucho el mantenimiento de paisajes de importancia histórica (“paisajes culturales”) o de especies de importancia cultural.			
Recreación y ecoturismo: Las personas a menudo eligen dónde pasar su tiempo libre basándose en parte en las características de los paisajes naturales o cultivados en un área en particular.			

Anexo 4. Escenarios para el estado deseado del CoBAS a 15 años

(A) CoBAS-Conocimiento global: presenta la evolución e implementación de tecnologías en el sistema socio ecológico del corredor.

(B) Marca CoBAS: resultados de la en la intensificación de la agricultura y el turismo, así como en los conflictos sociales.

(C) CoBAS árido: presenta escasez de agua debido al cambio climático, y presenta los esfuerzos de las ONG para mantener la cohesión social.

(D) CoBAS adaptativo-sostenible y creativo: muestra un mosaico de usos compatibles con la sostenibilidad.

Ilustración por Antonio Ojea.



Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
<p>2. Recursos ornamentales: Los productos de origen animal, como pieles y conchas, y flores se utilizan como adornos, aunque el valor de estos recursos a menudo está determinado culturalmente. Este es un ejemplo de los vínculos entre las categorías de servicios de los ecosistemas.</p>			
Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
<p>3. Agua dulce: agua de buena calidad de la superficie o subterránea, para consumo humano, agricultura, industria, o desalada.</p>			
Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
<p>Los siguientes fueron los servicios de regulación seleccionados como los más importantes. Los servicios de regulación son los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos ecosistémicos.</p>			
<p>4. Mantenimiento de la calidad del aire: Los ecosistemas contribuyen y extraen sustancias químicas de la atmósfera, lo que influye en muchos aspectos de la calidad del aire.</p>			

Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
<p>5. Regulación del agua: El momento y la magnitud de la escorrentía, las inundaciones y la recarga del acuífero pueden verse fuertemente influenciados por los cambios en la cobertura terrestre, incluidas, en particular, las alteraciones que cambian el potencial de almacenamiento de agua del sistema, como la conversión de humedales o la sustitución de bosques por tierras de cultivo o tierras de cultivo con áreas urbanas.</p>			
Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
<p>6. Control de la erosión: La cobertura vegetal juega un papel importante en la retención del suelo y la prevención de deslizamientos de tierra.</p>			
Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
<p>Los siguientes fueron los servicios culturales seleccionados como los más importantes. Los servicios culturales son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas.</p>			
<p>7. Valores espirituales y religiosos: Muchas religiones atribuyen valores espirituales y religiosos a los ecosistemas o sus componentes.</p>			
	+	=	-

Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:			
8. Valores educativos: Los ecosistemas y sus componentes y procesos proporcionan la base para la educación formal e informal en muchas sociedades.			
Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
9. Sentido de lugar: Muchas personas valoran el "sentido de lugar" asociado con las características reconocidas de su entorno, incluidos los aspectos del ecosistema.			
Indicar la tendencia de la calidad y cantidad de este servicio a lo largo del tiempo:	+	=	-
Visión común a futuro para el corredor biológico Alexander Skutch ¿Cuáles de estas opciones es según su parecer, el futuro deseado para el CoBAS?			
1. Conocimiento global: presenta evolución e implementación de tecnologías en el sistema socio ecológico del corredor.			

2. Marca CoBAS: intensificación de la agricultura y el turismo. No obstante, la contaminación genera conflictos sociales.

3. CoBAS árido: prevalece la escasez de agua debido al cambio climático y uso inadecuado de los recursos.

4. CoBAS adaptativo: sostenible y creativo. Muestra un mosaico de usos compatibles con la sostenibilidad.

Anexo 6. Oportunidades y debilidades obtenidas del documento denominado “Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los Corredores Biológicos de Costa Rica” de Canet-Desanti, 2021, p.306.

	Calificación del 0 al 100
Dimensión de Gestión	71
Meta superior: Consolidar una estrategia de corredor biológico que funcione bajo un proceso de institucionalidad local, con diversidad de actores en diferentes grados de involucramiento y de participación intersectorial, respaldados por un marco político y legal	
Principio 1. El apoyo y la participación de diversos actores, con diferentes grados de involucramiento y de participación intersectorial, contribuye con el cumplimiento y la sostenibilidad del proceso de gestión del corredor biológico	69
Criterio 1.1. Los diferentes actores apoyan y participan en la gestión del corredor biológico de acuerdo con su nivel de involucramiento	Promedio: 83
1.1.1. Están identificados todos los tipos de actores y el grado de involucramiento que estos tienen con el corredor biológico	50
1.1.2. Presencia de actores primarios que son miembros del consejo local del corredor biológico	100
1.1.3. Distribución de responsabilidades entre los miembros del consejo local	50
1.1.4. El consejo local cuenta con representación intersectorial para la toma de decisiones	75
Principio 2. La institucionalidad del corredor biológico le permite funcionar con autonomía e interdependencia	61
Criterio 2.1. La consolidación de la base organizativa del corredor biológico contribuye con su fortalecimiento	Promedio: 60
2.1.1. Constancia en las reuniones del consejo local	100
2.1.2. El consejo local cuenta con el recurso humano para el seguimiento de las actividades del corredor biológico	100
2.1.3. El consejo local es reconocido por los diferentes sectores como el ente gestor del corredor biológico	0
2.1.4. El consejo local cuenta con los mecanismos financieros que le permiten desarrollar las actividades propuestas en su plan de trabajo	50

2.1.5. El consejo local cuenta con una sede equipada que facilita la gestión del corredor biológico	50
Criterio 2.2. A través de los planes y estrategias es posible alcanzar los objetivos propuestos por el corredor biológico	Promedio: 60
2.2.1. Los planes de trabajo contribuyen al fortalecimiento del corredor biológico	50
2.2.2. Los planes de trabajo responden a los intereses de los diversos sectores y a los objetivos de conservación del corredor biológico	67
2.2.3. A través del seguimiento a las actividades ejecutadas es posible documentar el grado de avance en el cumplimiento de los objetivos propuestos para el corredor biológico	50
Criterio 2.3. Los ejes estratégicos del corredor biológico contribuyen con el cumplimiento de sus objetivos	Promedio: 67
2.3.1. El plan estratégico del corredor biológico describe los ejes de trabajo y los objetivos a largo plazo	100
2.3.2. Las diferentes estrategias diseñadas por el consejo local contribuyen con el fortalecimiento del corredor biológico	50
2.3.3. Las estrategias ejecutadas del corredor biológico cuentan con respaldo científico o técnico	50
Principio 4. El marco político y legal existente respalda en forma efectiva la consolidación del corredor biológico en el largo plazo	83
Criterio 4.1. La existencia de políticas claras y coherentes para la conservación propician un escenario favorable para la consolidación del corredor biológico	-
4.1.1. El corredor biológico está oficializado por el Programa Nacional de Corredores Biológicos	-
Dimensión socioeconómica	
Meta superior: La conservación, el uso sostenible de los recursos naturales y las prácticas amigables con el ambiente, contribuyen a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en el corredor biológico	
Principio 1. Los diferentes sectores sociales que integran el corredor biológico contribuyen con la conservación de los recursos naturales	50
Criterio 1.1. Las organizaciones locales se identifican con el corredor biológico y contribuyen con el cumplimiento de los objetivos de conservación del mismo	Promedio: 50
1.1.1. Grupos y organizaciones locales con objetivos afines con los del corredor biológico	50
1.1.2. Grupos locales que han incorporado dentro de sus agendas actividades dirigidas a la conservación de los recursos naturales	50

Principio 2. A través de la concepción que las personas tienen sobre su entorno natural es posible conservar los recursos naturales	50
Criterio 2.1. La educación ambiental es utilizada como un medio para lograr los objetivos propuestos por el corredor biológico	Promedio: 50
2.1.1. En el corredor biológico las comunidades participan en actividades educativas, recreativas y culturales relacionadas con la conservación de los recursos naturales	50
2.1.3. Los grupos locales reciben capacitaciones en temas relacionados con el manejo y conservación de los recursos naturales	50
Principio 3. Los grupos locales implementan acciones para revertir los factores antropogénicos que amenazan a la biodiversidad	50
Criterio 3.1. Gracias a las actividades de concientización y control promovidas en las comunidades del corredor biológico se ha logrado disminuir la incidencia de las prácticas hostiles contra la naturaleza	-
3.1.1. Se conocen los factores sociales históricos que incidieron en el estado actual de los recursos naturales del corredor biológico	-
3.1.2. El corredor biológico incide en el control y vigilancia de los recursos naturales	-
Principio 4. Las comunidades hacen un manejo sostenible de sus recursos naturales	100
Criterio 4.1. El fomento al turismo ecológico promueve el desarrollo de la comunidad en sostenibilidad con la naturaleza	Promedio: 100
4.1.1. Ejecución de la estrategia de turístico sostenible del corredor biológico	100
Principio 5. La conservación de los recursos naturales contribuye a elevar la calidad de vida de las personas que habitan en el corredor biológico	25
Criterio 5.1. Las personas disfrutan de un ambiente sano y de los servicios ecosistémicos que este les provee	Promedio: 50
5.1.1. Los usuarios del corredor reconocen el valor de los servicios ambientales que este les provee	50
Criterio 5.2. En reconocimiento al esfuerzo que realizan las personas que conservan los recursos naturales en sus fincas y que producen de forma sostenible, reciben incentivos económicos	Promedio: 100
5.2.1. Incentivos económicos para los productores del corredor biológico	100
Dimensión ecológica	37
Meta superior: Favorecer el mantenimiento de la viabilidad biológica de poblaciones y comunidades naturales de flora y fauna así como la continuidad de los procesos ecológicos a través del paisaje, disminuyendo la destrucción, fragmentación, aislamiento y simplificación de los hábitats naturales, mejorando la conectividad del paisaje y contribuyendo a la provisión de servicios ecosistémicos.	

Principio 1. La disminución de la fragmentación, aislamiento y simplificación de los hábitats naturales contribuye a la conservación de la biodiversidad	67
Criterio 1.1. El área total de hábitat natural se mantiene o aumenta	Promedio: 67
1.1.1. Presencia de áreas que antes tenían una finalidad agropecuaria y ahora se encuentran bajo regeneración natural	50
1.1.3. Tipos de coberturas existentes en el corredor biológico que permiten que éste sea considerado como un paisaje apto para restablecer la conectividad	100
1.1.4. Tasa temporal de cambio en los diferentes tipos de cobertura durante las fases de gestión del corredor biológico	50
Principio 2. El mejoramiento de la conectividad a través del paisaje refuerza los procesos ecológicos claves	42
Criterio 2.1. El área total de hábitat favorable para la conectividad estructural aumenta	Promedio: 83
2.1.1. Presencia en el corredor biológico de ecosistemas o hábitats únicos y/o pobremente representados dentro del sistema nacional de áreas protegidas	100
2.1.2. Distribución de los diferentes tipos de uso del suelo dentro del corredor biológico	50
2.1.7. Tipos de bosque presentes en el corredor biológico	100
Criterio 2.2. El aumento de la conectividad estructural favorece la conectividad funcional	-
2.2.1. El corredor biológico incluye rutas de desplazamiento y/o migración de especies de fauna silvestre	-
Principio 3. La continuidad de los procesos ecológicos a través del paisaje favorece el mantenimiento de la viabilidad biológica de poblaciones y comunidades de flora y fauna silvestre	25
Criterio 3.3. El paisaje permite cambios de distribución geográfica en respuesta al cambio climático	Promedio: 50
3.3.2. Se prevén las consecuencias del cambio climático y su incidencia en la biodiversidad	50
Principio 4. Las especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de amenaza o protegidas por Ley, tanto como otras especies del corredor biológico que son particularmente vulnerables, requieren medidas especiales para su conservación	50
Criterio 4.1 Se conocen las especies endémicas, vulnerables, con población reducida y/o amenazada que existen en el corredor biológico	Promedio: 50
4.1.1. Se conoce la dinámica poblacional de las especies endémicas, vulnerables, con población reducida y/o amenazada	50

Criterio 4.2. Los factores que contribuyen al estatus de estas especies son conocidos al igual que los requerimientos ecológicos para su mantenimiento y recuperación	Promedio: 50
4.2.1. Se han identificado los factores que causan vulnerabilidad en las poblaciones de especies endémicas, vulnerables, con población reducida y/o amenazada	50
Principio 5. La disminución de impactos humanos, el mejoramiento de la conectividad y la viabilidad de poblaciones contribuyen a la provisión de servicios ambientales	0
Criterio 5.2. El recurso hídrico no es impactado de forma negativa en cuanto a cantidad ni calidad	Promedio: 0
5.2.1. Están identificadas y categorizadas según su vulnerabilidad las áreas de recarga acuífera	0

Anexo 7. Categorías y extensión de Usos de la Tierra 2016 y 2021. Acuña et al. 2017 y elaboración propia.

Coberturas (2016)	Coberturas (2021)	Uso de Tierra asociado	Superficie (2016)	Superficie (2021)	Variación 2016-2021
Bosque denso	Bosque denso	Bosque Forestal	2981,60 hectáreas	2396,65 hectáreas	↓ 584,95 hectáreas
Bosque	Bosque ralo				
Pasto	Herbazal	Ganadería	1737,50 hectáreas	1665,38 hectáreas	↓ 72,12 hectáreas
Pasto con árboles	Herbazal arbolado				
Charral y tacotal	Charral y matorral	Reforestación	7,80 hectáreas	518,68 hectáreas	↑ 510,88 hectáreas
N/A	Bosque de galería	Zona de protección	N/A	507,93 hectáreas	↑ 507,93 hectáreas
Cultivos permanentes	Café con y sin sombra	Agrícola (Café)	637,46 hectáreas	265,75 hectáreas	↓ 371,71 hectáreas
	Forestales	Plantación Forestal	45,79 hectáreas	52,40 hectáreas	↑ 6,61 hectáreas
Infraestructura	Infraestructura	Urbano	279,40 hectáreas	234,07 hectáreas	↓ 45,33 hectáreas
Cultivos semipermanentes	Cultivo de Caña	Agrícola (Caña)	202,35 hectáreas	190,53 hectáreas	↓ 11,82 hectáreas
	Cultivo de Piña	Agrícola (Piña)	113,05 hectáreas	113,05 hectáreas	Sin cambios
Terreno descubierto	Terreno descubierto	Uso no definido	22,70 hectáreas	46,25 hectáreas	↑ 23,56 hectáreas
N/A	Cultivo agrícola	Agrícola (otros cultivos)	N/A	21,79 hectáreas	↑ 21,79 hectáreas

↑: aumento

↓: disminución

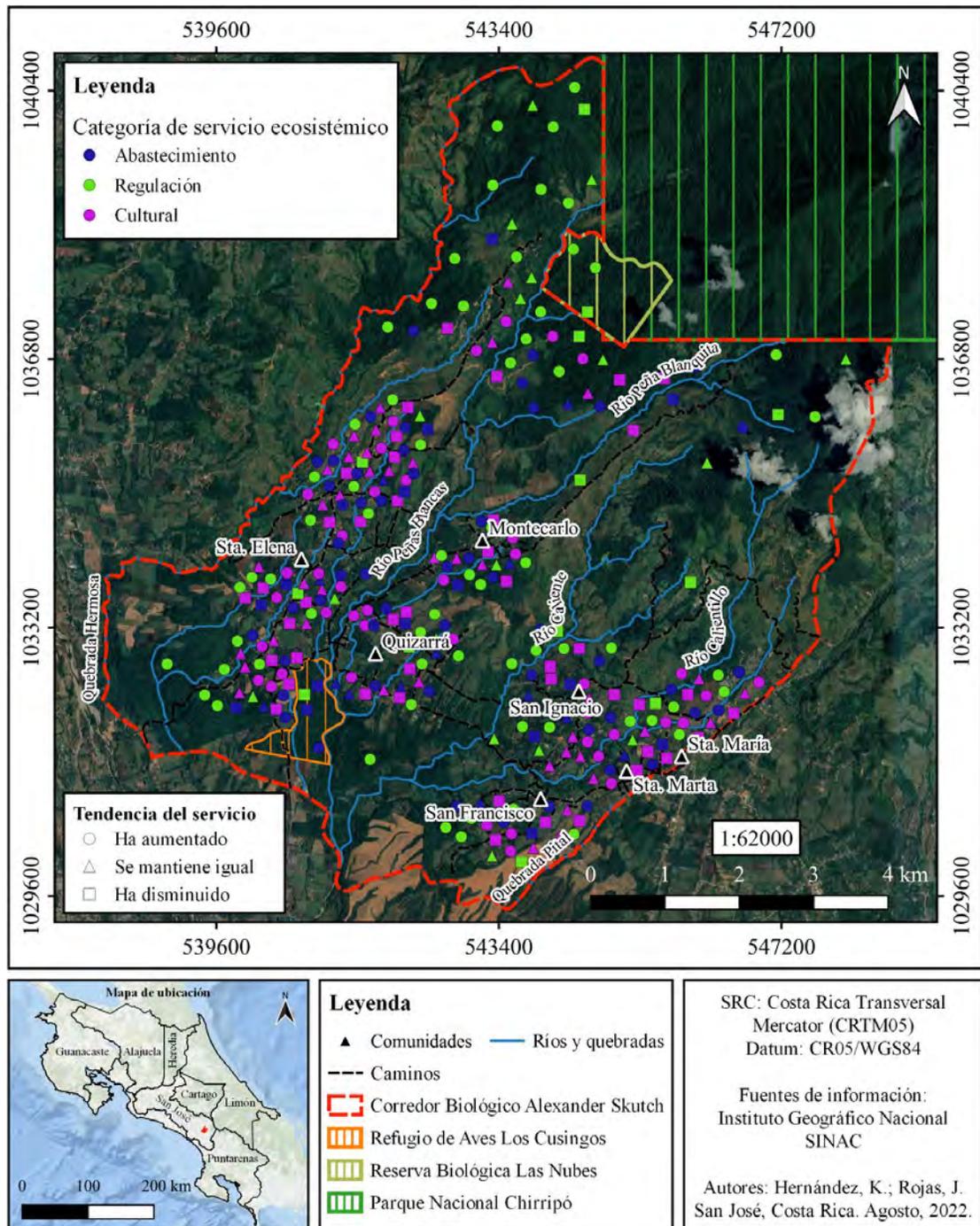
Anexo 8. Tendencia más veces seleccionada para cada SE por los actores clave. Elaboración propia.

Tipo de Servicio Ecosistémico	Servicio Ecosistémico	Tendencia		
		Ha disminuido	Se mantiene igual	Ha aumentado
Abastecimiento	Alimentos y fibra			X
	Combustible	X		
	Recursos genéticos	X		
	Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticas*			X
	Recursos ornamentales*		X	
	Agua dulce*			X
Regulación	Mantenimiento de la calidad del aire*			X
	Regulación climática		X	
	Regulación del agua*			X
	Control de la erosión*	X		X
	Depuración de agua y tratamiento de residuos	X		
	Regulación de enfermedades humanas			X
	Control biológico		X	
	Polinización			X
	Protección contra		X	

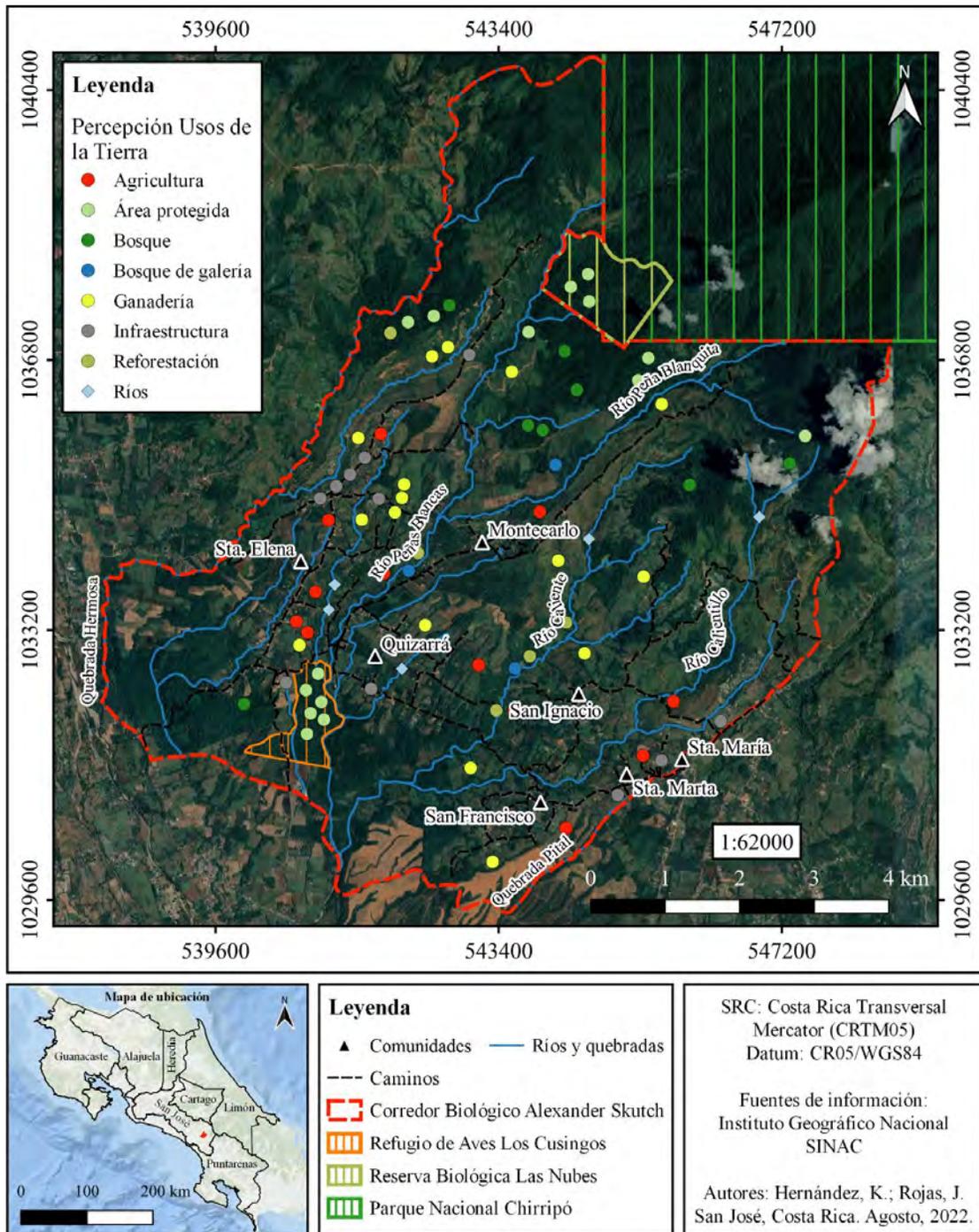
	tormentas			
Cultural	Diversidad cultural		X	
	Valores espirituales y religiosos*	X	X	
	Sistemas de conocimiento (tradicionales y formales)	X		
	Valores educativos*			X
	Valores educativos*			X
	Inspiración		X	
	Valores estéticos			X
	Relaciones sociales		X	
	Sentido de lugar*			X
	Valores del patrimonio cultural		X	
	Recreación y ecoturismo			X

* Servicio ecosistémico seleccionado como más importante por su aporte a la sociedad en el CoBAS

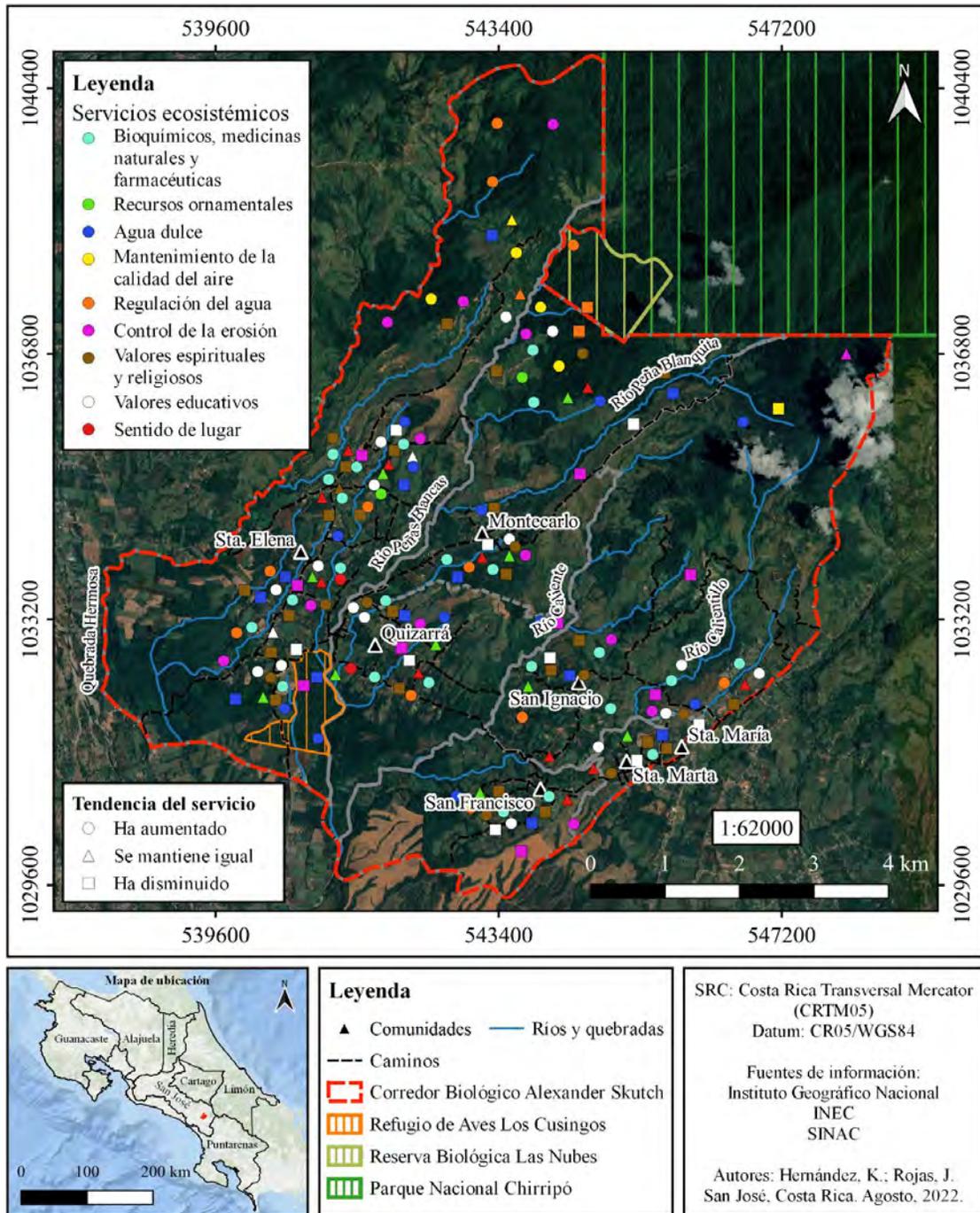
Anexo 9. Mapeo de SE's por categoría según actores clave, año 2022. Elaboración propia.



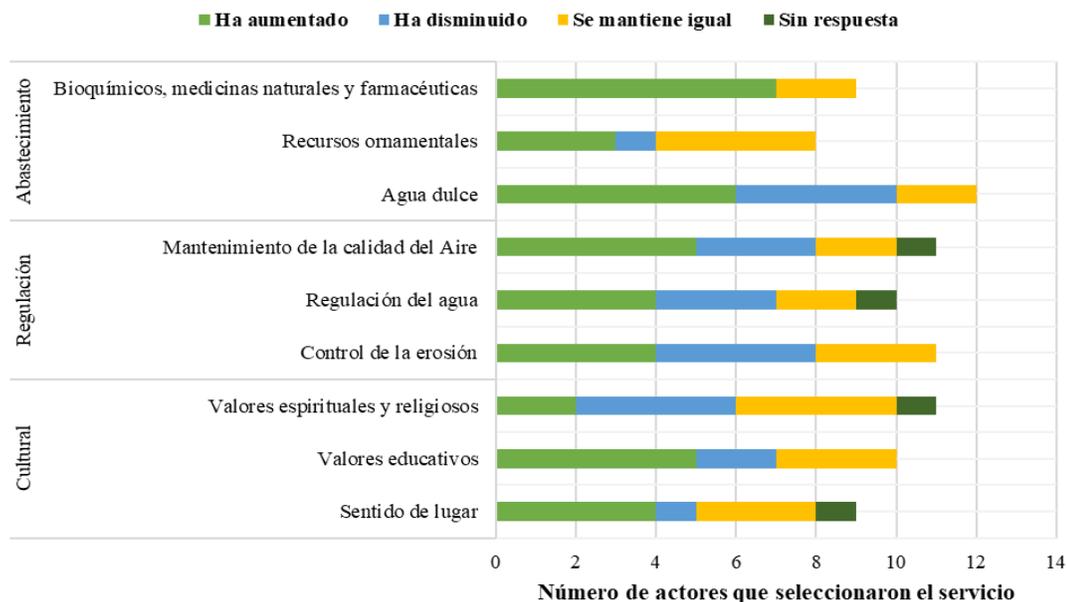
Anexo 10. Percepción de Usos de la Tierra según actores clave, año 2022. Elaboración propia.



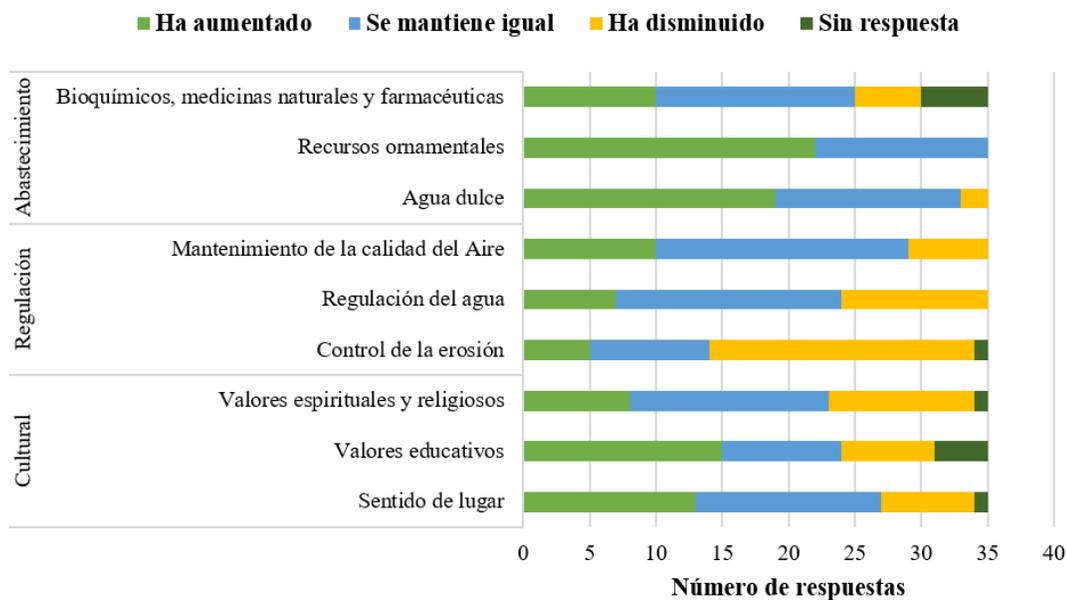
Anexo 11. Mapeo de los SE's más importantes con base en información de actores clave para el año 2022. Elaboración propia.



Anexo 12. Estado de la tendencia de SE's más importantes del CoBAS según número de actores clave que los seleccionaron en el formulario. Elaboración propia.



Anexo 13. Estado de la tendencia de Servicios Ecosistémicos más importantes del CoBAS según la población. Elaboración propia.



Anexo 14. Negocios del CoBAS, ordenados por comunidad

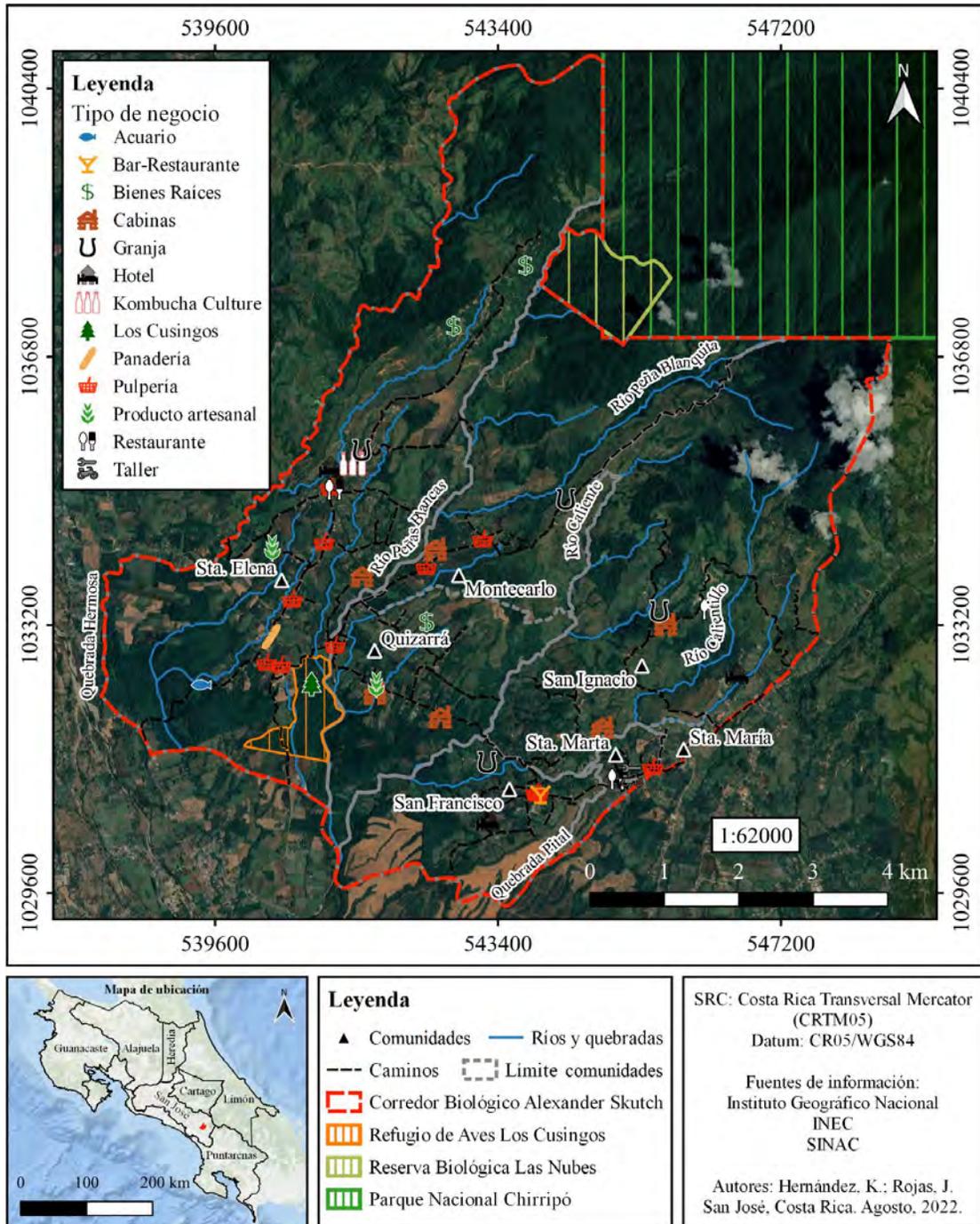
Nombre del negocio	Ubicación	Productos/amenidades
“Abastecedor Montecarlo”	Montecarlo	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Cabaña de Montaña Agua Azul	Montecarlo	Alojamiento, senderismo, piscina.
Minisúper Barrio La Amistad	Montecarlo	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Ríos de Lluvia	Montecarlo	Mirador panorámico, senderismo, tours guiados, belleza escénica.
Abastecedor Bello Horizonte	Quizarrá	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Productos el Colibrí	Quizarrá	Productos artesanales, (granizados, vinos), artesanías elaboradas con desechos valorizables.
Proyecto Vida Paz	Quizarrá	Alojamiento, senderismo, mirador panorámico, servicio de alimentación.
Quintas Bernina	Quizarrá	Bienes Raíces (venta de lotes y quintas), belleza escénica.
Rocio’s Host	Quizarrá	Alojamiento, senderismo, servicio de alimentación.
“Abastecedor San Francisco”	San Francisco	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
“Bar San Francisco”	San Francisco	Venta de bebidas alcohólicas.
Finca Salvaje	San Francisco	Hacienda ganadera, senderismo, tours guiados.
Rancho Villa Verde	San Francisco	Bienes Raíces (venta de lotes), belleza escénica, piscina, infraestructura con acabados de lujo.
Supermercado Fonseca	San Francisco	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.

Finca Antonio Fonseca	San Ignacio	Finca ganadera, senderismo, tours guiados, belleza escénica.
Hacienda AltaGracia	San Ignacio	Alojamiento de 5 estrellas, alta cocina, tours guiados, piscina, sauna, yoga, exfoliación herbal y tratamientos con arcilla, aromaterapia, aguas termales, belleza escénica.
La Cantera Resort	San Ignacio	Alojamiento, restaurante, salón de eventos, senderismo, piscina, belleza escénica.
Pista La Única: Motocross y Recreación	San Ignacio	Restaurante, salón de eventos, senderismo, pista de motocross, belleza escénica.
Rancho y Mirador Linda Vista	San Ignacio	Alojamiento, mirador panorámico, senderismo, tours guiados, belleza escénica.
“Abastecedor Barrio La Paz”	Santa Elena	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, frutas y verduras, entre otros productos.
Abastecedor La Bodeguita	Santa Elena	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Abastecedor La Valencia	Santa Elena	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Abastecedor San Martín	Santa Elena	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Abastecedor y Licores Beraka	Santa Elena	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, bebidas alcohólicas, entre otros productos.
Acuario y Sitio Ecológico Valle de Luna	Santa Elena	Acuario, senderismo, mirador, venta de peces.
Cabaña Terrazas Del Río	Santa Elena	Alojamiento, senderismo, belleza escénica.
Cafetería Coffee Pan	Santa Elena	Panadería y repostería, café (molido y en grano), alimentación, servicio de internet (Wi-Fi).
Finca CAPICACOA	Santa Elena	Productos artesanales a base de cacao.
Kinkara Luxury Retreat	Santa Elena	Alojamiento, comida orgánica, tours guiados, permacultura, belleza escénica.
Kombucha Culture	Santa Elena	Bebidas artesanales (con o sin alcohol) a base de cúrcuma, té con azúcar e infusiones de CBD.

Rise Costa Rica	Santa Elena	Hacienda ganadera, tours guiados.
“Soda Santa Elena”	Santa Elena	Restaurante de comida rápida, salón para pequeños eventos.
Vistas de Chirripó Country Estates	Santa Elena	Bienes Raíces (venta de lotes y quintas), belleza escénica.
Refugio de Aves Los Cusingos	Santa Elena y Quizarrá	Senderismo, avistamiento de aves, belleza escénica, petroglifos, casa-museo Dr. Alexander F. Skutch.
“Minisúper Santa Marta”	Santa Marta	Venta por menor de granos, carnes, gaseosas, artículos de higiene personal, entre otros productos.
Moto repuestos y accesorios G.A.M.A.	Santa Marta	Taller, venta de repuestos y accesorios para motocicleta.
Soda El Fogón tico	Santa Marta	Restaurante (menú a la carta), comida tradicional, parqueo para vehículos.

* Los negocios entre comillas (“”) se redactaron de esa manera ya que no fue posible obtener el nombre de fantasía de esos locales comerciales. Se utilizaron señas de manera provisional que hacen alusión a la comunidad en el cual se ubica el negocio.

Anexo 15. Ubicación de negocios en el CoBAS. Elaboración propia.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achinelli, M. L., Perruca, R. A., & Ligier, H. (2011). Evaluación Multicriterio para la Zonificación del Servicio Ecosistémico en el Macrosistema Iberá: Amortiguación Hídrica. En *Valoración de Servicios Ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 485–509). Recuperado de: <https://docplayer.es/67756965-Capitulo-21-evaluacion-multicriterio-para-la-zonificacion-del-servicio-ecosistemico-en-el-macrosistema-ibera-amortiguacion-hidrica.html>
- Acuña, E., Molina, J., y Rodríguez, S. (2017). *Análisis De La Estructura Del Paisaje En El Corredor Biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, En Los Años 2005, 2012 Y 2016* [Universidad Nacional]. Recuperado de: <https://docplayer.es/76433648-Analisis-de-la-estructura-del-paisaje-en-el-corredor-biologico-alexander-skutch-perez-zeledon-en-los-anos-2005-2012-y-2016.html>
- Arauz, I., y Arias, A. (2016). Corredores biológicos como potenciadores del desarrollo local: Estudio de caso del corredor biológico Alexander Skutch. Calderón, *Universidad En Diálogo*, 6(1), 67–79. Recuperado de: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/8449/9524>
- ARESEP (2022). *Tarifas vigentes en el servicio de autobús*. Recuperado de: <https://aresep.go.cr/autobus/tarifas>
- Arguedas, S. (2009). *Conceptos y lineamientos básicos para la gestión de áreas protegidas*. 109. Recuperado de: http://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP01/Unidad1/conceptos_y_lineamientos_basicos.pdf
- Arguedas, S. (2010). *Lineamientos técnicos y metodológicos para la elaboración de Planes de Gestión en Áreas Protegidas de América Latina*.

- Arias-Arévalo, P., y Pacheco-Valdés, N. (2023). Implementación de pagos por servicios ambientales en la Cuenca del río Cali, Colombia: una mirada desde los sistemas socioecológicos. *Revista de Economía y Sociología Rural*, 61(2), 1–29. Recuperado de: <https://old.scielo.br/pdf/resr/v61n2/0103-2003-resr-61-2-e256251.pdf>
- Asamblea Legislativa. (1996). *Ley Forestal (N.º 7575)*. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526
- ASOCUENCA. (2014). *Informe de Evaluación Final. Proyecto No. COS/SGP/FSP/OP5/Y2/12/48, Establecimiento y consolidación del Consejo Local y apoyo a la elaboración e implementación del plan estratégico del Corredor Biológico Alexander Skutch "CoBAS"*.
- Barrantes, J y Chaves, M. (2020). *Guía Técnica Cultivo Caña de Azúcar Región: Sur*. Recuperado de: <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/ENAErFDGjylcsJjFYfkSeJlDQdcDiGbC>
- Bjarnason, B., Skarphedinsson, O., y Agustsson, G. (2004). *Þingvellir National Park Management Plan 2004-2024*. 37. [traducción propia]. Recuperado de: http://www.thingvellir.is/media/14035/Manplan_web200406011330.pdf
- Balvarena, P., Castillo, A., Lazos, E., et al. (2011). Marcos Conceptuales Interdisciplinarios para el Estudio de los Servicios Ecosistémicos en América Latina. En *Laterra, P., Jobbágy, E., Paruelo, J. Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* / editores: -Buenos Aires: INTA. (pp39-67). Recuperado de: <https://lartnovedades.files.wordpress.com/2011/11/libro-valoracion-se.pdf>

- Bolaños. (2012). *Muestra y Muestreo. Área académica: Gestión Tecnológica*. Asignatura (Estadística para el Desarrollo Tecnológico, 3er Semestre). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Escuela Superior de Tizayuca.
- Canet-Desanti, L. (2021). *Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los Corredores Biológicos de Costa Rica*. Recuperado de: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10162>
- Canet-Desanti, L., Herrera, B., y Finegan, B. (2012). Efectividad de Manejo en Corredores Biológicos: El Caso de Costa Rica. *Revista Parques*, 2(octubre 2016), 1–14. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/309549197_Efectividad_de_manejo_en_corredores_biologicos_el_caso_de_Costa_Rica/link/5816694708ae90acb240f861/download
- Canet-Desanti, L., Finegan, B., & Bernal, H. (2011). *Metodología para la evaluación de la efectividad del manejo de corredores biológicos* (Issue January). Recuperado de: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8741/Metodologia_para_la_evaluacion_de_la_efectividad.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Casita Azul. (2021). *Campaña de reciclaje 2021*. Recuperado de: <https://www.facebook.com/YorkUCasitaAzul/posts/pfbid05DiBxubdiYjvU4aXpkXXPtz7niHD9GXXr6Grwr9LfgvZuaW4yXYJTiydxW5n5pHl>
- Casita Azul. (2022). *Campañas de reciclaje: Trueque verde*. Recuperado de <https://www.facebook.com/YorkUCasitaAzul/photos/pb.100070800191010.-2207520000./710491386991740/?type=3>
- CCAD. (2002). El Corredor Biológico Mesoamericano: Una plataforma para el desarrollo sostenible regional. *Serie Técnica 01, 01*, 24. Recuperado de: <http://www.bionica.info/Biblioteca/CBM2002PlataformaDesarrolloSostenible.pdf>

- Chaves, M. A., & Chavarría, E. (2017). *Tipos de suelo y producción de caña de azúcar en Costa Rica: Primera aproximación taxonómica*. 506, 1–6. Recuperado de: <http://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/OVZVDhVYsPddXsCpXakmvFBWkSQdDCgG>
- CIA-UCR. (2021). *Mapa de Suelos de Costa Rica*. Recuperado de: <http://www.cia.ucr.ac.cr/es/mapa-de-suelos-de-costa-rica>
- CMP. (2013). *Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación Versión 2.0*. 59. <https://cmp-openstandards.org/wp-content/uploads/2018/02/CMP-Open-Standards-V3-Spanish.pdf>
- Cole, D., y Stankey, G. (1997). Historical development of Limits of Acceptable Change: conceptual clarifications and possible extensions. *McCool, S., y Cool, D. Proceedings - Limits of and Related Planning Processes: Progress and Future Directions* (p. 5-9). Servicio Forestal de Estados Unidos [traducción propia]. Recuperado de: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_int/int_gtr371.pdf
- CONANP (2019). *Manual para el desarrollo de programas de uso público basados en la Metodología de Límites de Cambio Aceptable* (Vol. 01, Issue 200). Recuperado de: <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>
- Creswell, J. (2014). *Research Desing: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. SAGE. [traducción propia].
- CTDR Pérez Zeledón. (2016). *Plan de Desarrollo Rural del Territorio Pérez Zeledón 2016-2021* (p. 125). Recuperado de: <https://www.inder.go.cr/perez-zeledon/PDRT-Perez-Zeledon.pdf>

- D'Amico, M. P. (2015). Debates sobre conservación y áreas naturales protegidas: paradigmas consolidados y nuevos horizontes. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 18, 208. Recuperado de: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.18.2015.1662>
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). *Introducción*. 2(7), 162–167. <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-pdf-S2007505713727066>
- Domínguez, J. (2011). *Zonificación y programas de monitoreo y manejo adaptativo para el uso público: Área Natural Protegida El Espino - Bosque Los Pericos*. Recuperado de: http://www.salvanatura.org/wp-content/uploads/2015/08/DOC_ROVAP_LAC_VF_24Nov2011-MLQ.pdf
- Eastman, R. (2020a). TerrSet Manual: Geospatial Monitoring and Modeling System. *Chapter Four IDRISI GIS Analysis*. [traducción propia]. Clark Labs (pp.389).
- Ebreg, A., & De Greve, P. (2000). Buffer zone and their management. *Forests, Forestry and Biological Diversity Support Group, October*, 1–64. [traducción propia]. Recuperado de: <http://edepot.wur.nl/118089%0Apapers2://publication/uuid/AE1F55C8-2066-4DCC-B28F-577EB8F78094>
- FONAFIFO. (2022). *Programa de Pago de Servicios Ambientales*. Recuperado de: https://www.snitcr.go.cr/ico_servicios_ogc_info?k=bm9kbzo6NzY=&nombre=Fondo%20Nacional%20de%20Financiamiento%20Forestal-FONAFIFO
- Francis, R. (2009). Ecosystem prediction and management. En Castree, N., Demeritt, D., Liverman, D., Rhoads, B. *A companion to environmental geography* (pp.421-441). Malden Wiley-Blackwell. [traducción propia]. Gobierno Australiano. (2008). *Limits of acceptable change [Fact sheet]*. [traducción propia]. Recuperado de:

<http://www.environment.gov.au/water/publications/environmental/wetlands/acceptable-change-factsheet.html>

García, et al. (2019). Rendimiento en canal de diferentes genotipos bovinos criados a pastoreo. *Pastos y Forrajes*, vol. 42, núm. 4. 314-319 Recuperado de: [https://www.redalyc.org/journal/2691/269162670010/html/#:~:text=El%20rendimiento%20de%20carne%20deshuesada%20fue%20superior%20\(p%20%3C%20%2C,59%2C3%20%25%2C%20respectivamente.](https://www.redalyc.org/journal/2691/269162670010/html/#:~:text=El%20rendimiento%20de%20carne%20deshuesada%20fue%20superior%20(p%20%3C%20%2C,59%2C3%20%25%2C%20respectivamente.)

Guilcapi, M. F. (2013). *Contribución a la Actualización del Perfil Técnico y Formulación del Plan Estratégico del Corredor Biológico Alexander Skutch* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)]. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9756/A11464e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez, E. (2011). *Límite de cambio aceptable en el Parque Nacional Cotopaxi (Zona Natural Intensiva), sectores el Caspi y Pedregal, Provincias de Cotopaxi y Pichincha* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/742/1/T-UTC-1131.pdf>

González. (2016a). *Raza de Ganado Pardo Suizo*. Recuperado de: <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/razas-bovina/raza-de-ganado-pardo-suizo>

González. (2016b). *Raza bovina Holstein*. Recuperado de: https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/razas-bovina/raza-bovina-holstein#Pesos_y_produccion_de_carne_del_ganado_Holstein

González, A. (2018). *Análisis del Potencial Turístico del Corredor Biológico Alexander Skutch*. Universidad de Costa Rica. p: 1-19.

- Gutiérrez, D. (2002). Meta poblaciones: un pilar básico en biología de conservación. *Ecosistemas*, 2, 3. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/dcart?info=link&codigo=875789&orden=16917>
- Hernández et al. (2008). Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. *Universidad y ciencia vol.25 no.2*. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000200007#:~:text=Los%20promedios%20de%20rendimiento%20en,entre%20240%20y%20275%20kg.
- Hernández, C. (2010). *Elaboración de una propuesta de Plan de Manejo para el Refugio de Aves Dr. Alexander Skutch "Los Cusingos"* (pp. 111). Recuperado de: <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGMLGA12.pdf>
- Hernández, K., & Rojas, J. (2019). *Percepción del Territorio y su Relación con el Desarrollo Comunal Rural: El Caso de Quizarrá de Pérez Zeledón* (pp. 1–15).
- Hernández, R. (2014). *Estadística Elemental para Ciencias Sociales*. San José, Costa Rica. Editorial UCR.
- Hinkel, J., Cox, M. E., Schlüter, M., Binder, C. R., y Falk, T. (2015). A diagnostic procedure for applying the social-ecological systems framework in diverse cases. *Ecology and Society*, 20(1), 13. [traducción propia]. Recuperado de: <https://www.ecologyandsociety.org/vol20/iss1/art32/>
- ICAFÉ. (2020). *Guía Técnica para el cultivo del café*. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFÉ). Heredia, Costa Rica.

- INEC. (2011). *Manual para Censistas. X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda*. Recuperado de: https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/metodologias/documentos_metodologicos/mepoblaccenso2011-03.pdf_0.pdf
- Jiménez, A., Montoya, F., Bolaños, F., & Alvarado, G. (2019). From incidental findings to systematic discovery: locating and monitoring a new population of the endangered Harlequin Toad From incidental findings to systematic discovery: locating and monitoring a new population of the endangered Harlequin Toad. *Amphibian & Reptile Conservation*, 13(2), 115–125 [traducción propia]. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/336902659_From_incidental_findings_to_systematic_discovery_locating_and_monitoring_a_new_population_of_the_endangered_Harlequin_Toad
- MAG. (1991). Caña de Azúcar. En *Aspectos Técnicos Sobre Cuarenta Y Cinco Cultivos Agrícolas De Costa Rica*. 21-34. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cana.pdf>
- MAG y ASOCUENCA. (2004). *Plan de Desarrollo de la Microcuenca del Río Peñas Blancas*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.
- Maguire, B. B. (2017). *Hunting and Wildlife Trade in the Alexander Skutch Biological Corridor, Costa Rica: Species, Motivations, and Governance* [traducción propia]. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/160283146.pdf>
- Manzano, L. R., Pineda, N. B., & Gómez-Albores, M. A. (2019). *Método de evaluación multicriterio: Aplicación a la gestión sostenible del agua en la cuenca del río Nenetzingo, México* (Issue January 2020, pp. 194–208). Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Gomez-Albores/publication/338390605_METODO_DE_EVALUACION_MULTICRITERIO

O/links/5e1122a0a6fdcc283757b89a/METODO-DE-EVALUACION-MULTICRITERIO.pdf

- Martín-López, B., Gómez-baggethun, E., García-Llorente, M., y Montes, C. (2014). Trade-off across value-domains in ecosystem services assessment. *ELSEVIER*, 37, 220–228. [traducción propia]. Recuperado de: [https://iwlearn.net/files/pdfs/Martin-López_Gómez-Bagghetun_García-Llorente_2012_Trade-offs across value domains in ecosystem services assessments.pdf](https://iwlearn.net/files/pdfs/Martin-López_Gómez-Bagghetun_García-Llorente_2012_Trade-offs_across_value_domains_in_ecosystem_services_assessments.pdf)
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., y Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *Cuides. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*, 3, 229–258.
- Martín-López, B., García-Llorente, M., Palomo, I., y Montes, C. (2011). The conservation against development paradigm in protected areas: Valuation of ecosystem services in the Doñana social-ecological system (southwestern Spain). [traducción propia]. Recuperado de: *Ecological Economics*, 70(8), 1481–1491. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.00>
- Martino, D. (2001). Buffer Zones Around Protected Areas: A brief Literature Review. *Electronic Green Journal*, 1(15), 20.
- Mejía, M. (2017). Refugio de Aves Los Cusingos: la finca del eminente ornitólogo Dr. Alexander Skutch. *Ambientico*, 263(7), 36–39. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/27753/263_36-39.pdf
- Mendieta, G. (2021). *Evaluación de Parámetros Productivos y Rendimiento a la Canal en Bovino Brahman Mestizo en el Cantón General Antonio Elizalde, Bucay*. [Universidad de Guayaquil]. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/59143/1/2021-433%20Mendieta%20Pacheco%20Ginno%20Daniel.pdf>

- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). Ecosystems and human well-being: a report on the conceptual framework working group of the Millennium Ecosystem Assessment. In *Ecosystems* (Vol. 5, Issue 281). Recuperado de: http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf
- Miller, K., Chang, E., y Johnson, N. (2001). En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano (Issue January 2001). *World Resources Institute*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Nels_Johnson2/publication/241146867_En_búsqueda_de_un_enfoque_comun_para_el_Corredor_Biologico_Mesoamericano/links/562507b908ae4d9e5c4b9a76/En-búsqueda-de-un-enfoque-comun-para-el-Corredor-Biologico-Mesoamericano.pdf
- MINAE. (1995). *Reforma al Reglamento sobre Procedimientos de SETENA. Artículo 19. Decreto N° 26228-MINAE*. Sistema Costarricense de Información Jurídica. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=29719&nValor3=31407&strTipM=TC
- MINAE. (2008). Decreto Ejecutivo N° 34433-MINAE: Reglamento a la Ley de Biodiversidad. *La Gaceta N.º 68, abril 8*. Recuperado de: https://www.conagebio.go.cr/Conagebio/public/documentos/legislacion/Decretos/Reglamento_a_la_Ley_Biodiversidad_DE_34433-MINAE.pdf
- MINAE. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2015* (Vol. 71, Issue 1846, pp. 461–463). Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/071461d0>
- Morales, J. F. (2008a). *Orquídeas de Costa Rica / Orchids of Costa Rica*. Domingo de Heredia, Costa Rica (Vol. 1, Issue January 2009). https://www.researchgate.net/publication/274565139_Morales_J_F_2009_Orquideas_de_Costa_RicaOrchids_of_Costa_Rica_Vol_I_Segunda_edicion_Editorial_Instituto

_Nacional_de_Biodiversidad_INBio_Santo_Domingo_de_Heredia_Costa_Rica_182_
pp

- Morales, J. F. (2008b). *Orquídeas de Costa Rica = Orchids of Costa Rica (Vol. 5)*.
https://www.researchgate.net/profile/J-Morales-2/publication/275039825_Morales_J_F_2009_Orquideas_de_Costa_RicaOrchids_of_Costa_Rica_Vol_V_Editorial_Instituto_Nacional_de_Biodiversidad_INBio_Santo_Domingo_de_Heredia_Costa_Rica_174_pp/links/55d885b108aec156b9ac13fc/Morales-J-F-2009-Orquideas-de-Costa-Rica-Orchids-of-Costa-Rica-Vol-V-Editorial-Instituto-Nacional-de-Biodiversidad-INBio-Santo-Domingo-de-Heredia-Costa-Rica-174-pp.pdf
- Morera, C., Romero, M., Zúñiga, A., & Avendaño, D. (2008). Evaluación socioambiental de una zona de amortiguamiento: caso del Parque Piedras Blancas y la Reserva de Vida Silvestre Golfito. *Revista Geográfica de América Central*, 1(41), 1–24. Recuperado de: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/1701>
- Morera-Beita, C., Sandoval-murillo, L. F., & Alfaro-Alvarado, L. D. (2021). Evaluación de corredores biológicos en Costa Rica: estructura de paisaje y procesos de conectividad-fragmentación. *Revista Geográfica de América Central*, 66(1), 132. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rge/n66/2215-2563-rge-66-106.pdf>
- CIOdD (2015). *Corredor Biológico Alexander Skutch (CoBAS)*. Recuperado de: <http://cobas.odd.ucr.ac.cr/es/acerca>
- Obando, W. (2008). *Titulación de tierras en Áreas Silvestres Protegidas: condición legal de los ocupantes de estas zonas y la responsabilidad estatal*. Tesis de grado para optar por el grado académico de Licenciado en Derecho. Facultad de Derecho. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <http://ijj.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2017/07/Titulacion-de-tierras-en-Areas-Silvestres-Protegidas.pdf>

- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*. Vol. 325. pp. 419-422. [traducción propia]. Recuperado de: <https://science.sciencemag.org/content/325/5939/419/tab-pdf>
- Palomo, I., Martín-López, B., López-Santiago, C., y Montes, C. (2011). Participatory scenario planning for protected areas management under the ecosystem services framework: The Doñana social-ecological system in Southwestern Spain. *Ecology and Society*, 16(1). [traducción propia]. Recuperado de: <https://doi.org/10.5751/ES-03862-160123>
- Palomo, I., Martín-López, B., Potschin, M., Haines-Young, R., y Montes, C. (2013). National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosystem Services*, 4, 104–116. [traducción propia]. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.001>
- PEN. (2019). Balance Armonía con la Naturaleza. In *Programa Estado de la Nación* (pp. 1-41). Recuperado de: <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- Perassi. (2017).). *Factores Que Determinan Las Características De La Res Y La Calidad De La Carne De Los Bovinos* [Universidad Nacional De La Pampa]. Recuperado de: https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/965/v_perfac901.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pereira, A. (2013). Lessons from Island of Mozambique on limits of acceptable change. *Swahili Historic Urban Landscapes, 2013*, 40–49. [traducción propia]. Recuperado de: <https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:pure.tue.nl:publications%2F5aac3233-ae80-47ff-b7b5-f537c47490aa>
- Perelló, L. F. C., Guadagnin, D. L., Maltchik, L., y dos Santos, J. E. (2012). Ecological, legal, and methodological principles for planning buffer zones. *Natureza a Conservacao*, 10(1), 3–11. Recuperado de: <https://doi.org/10.4322/natcon.2012.002>

- Picado, J. (2020). MOCUPP como Herramienta para la Gestión de la Conectividad del Paisaje en los Corredores Biológicos: Caso de Estudio en el Área de Conservación La Amistad Pacífico. *Ambientico*, 276(5), 26–34. Recuperado de: https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/mocupp-como-herramienta-para-la-gestion-de-la-conectividad-del-paisaje-en-los-corredores-biologicos-caso-de-estudio-en-el-area-de-conservacion-la-amistad-pacifico/#&gid=tainacan-item-document_id-33976&pid=1
- Poveda, et al. (2018). *Ficha Técnica: cultivo de café*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8206.pdf>
- Quesada, M. (2022). *Casita Azul, promueve investigación en el Corredor Biológico Alexander Skutch*. Recuperado de: <https://www.periodicoenlace.com/?fbclid=IwAR2iKPjCMXxhDVLc7kzk49Rb11wjWE1EKj1rMA6Li-Gikyl-g1Eb1K2YE2A>
- Rapson, A., Bunch, M., & Daugherty, H. (2012). A DECADE OF CHANGE: ASSESSING FOREST COVER AND LAND USE TRENDS IN THE ALEXANDER SKUTCH BIOLOGICAL CORRIDOR, COSTA RICA. [traducción propia]. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 2(2), 37–46. Recuperado de: https://www.academia.edu/2061235/A_decade_of_change_Assessing_forest_cover_and_land_use_trends_in_the_Alexander_Skutch_Biological_Corridor_Costa_Rica
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraiappah, A. K., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R. M., McMichael, T. (a. J. ., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R. T., Zakri, A. H., Zurek, M. B. (2005). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Recuperado de: *World Resource Institute. Washington DC*, 1–43.

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Evaluaci?n+de+los+Ecosistemas+del+Milenio+Informe+de+S?ntesis#4>

Romero, J (1989). *Definición, Manejo y Desarrollo de Zonas de Amortiguamiento. Un estudio de caso en Costa Rica*. Tesis de grado para optar por el grado Magister Scientiae en Ciencias Agrícolas y de los Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Recuperado de: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1073/Definicion_manejo_y_desarrollo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SINAC. (2008). Guía Práctica para el Diseño, Oficialización y Consolidación de Corredores Biológicos en Costa Rica. In *Nature* (Issue January 2008, p. 53). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/312656311_Guia_practica_para_el_diseño_oficializacion_y_consolidacion_de_corredores_biológicos_en_Costa_Rica/link/5c01afe345851523d156220a/download

SINAC. (2012). *Plan General de Manejo del Parque Nacional Corcovado*. Sistema Costarricense de Información Jurídica. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=72991&nValor3=89379&strTipM=TC

SINAC. (2014). *Proyecto Fortalecimiento del Programa de Turismo en Áreas Silvestres Protegidas: Plan de Turismo Sostenible del Parque Nacional Corcovado*. 68. Recuperado de: http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Planificacin_y_Gestin_BID/Gestión_Sostenible_del_Turismo_en_ASP/Planes_de_Turismo_10_ASP/Plan_de_Turismo_Sostenible_del_PN_Corcovado.pdf

SINAC. (2015a). *Herramienta para el manejo de los flujos de visitación en las Áreas Silvestres Protegidas del SINAC* (Vol. 53, Issue 9). Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- SINAC. (2015b). *Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR. Ámbitos: Terrestre, Aguas Continentales y Marino-Costero* (Vol. 79, Issue c, pp. 1–247). Recuperado de: <https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/PROMEC-Integrado.pdf>
- SINAC. (2015c). *Propuesta de Plan General de Manejo Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, 2016-2025*. 1–119. Recuperado de: <https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Plan-General-de-Manejo-Golfito.pdf>
- SINAC. (2015d). *Propuesta de Plan General de Manejo Parque Nacional Piedras Blancas*. 136. Recuperado de: <https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Plan-General-de-Manejo-Piedras-Blancas.pdf>
- SINAC. (2016a). *Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*. (2da ed.). San José-Costa Rica. 55 págs.
- SINAC. (2016b). *Marco conceptual y guía metodológica para la Integridad Ecológica en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica*. Recuperado de: <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Guía-de-Integridad-Ecológica-CRXS-arte-digital-3.pdf>
- SINAC. (2018a). *Guía rápida para la implementación de la Zonificación en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica: Marco Conceptual y Propuesta Metodológica para la Zonificación*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/325130126_Guia_rapida_para_la_implementacion_de_la_zonificacion_en_areas_silvestres_protegidas_de_Costa_Rica/link/5af9c39baca272e730289439/download
- SINAC. (2018b). *Plan de Gestión del Corredor Biológico Alexander Skutch. Proyecto Implementación del Programa Nacional de Corredores Biológicos en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad de Costa Rica*.

- SINAC. (2018c). *Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica* (pp. 1–52). Recuperado de: http://enbcr.go.cr/sites/default/files/sinac_2018_planestrategico_programa_nacional_de_corredores_biologicos_costa_rica.pdf
- Solano-Monge, F. (2017). Propuesta de zonificación ambiental del corredor biológico interurbano río María Aguilar, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(1), 33. Recuperado de: <https://doi.org/10.15359/rca.51-1.3>
- Sosa, R. (2005). *Ficha Técnica 15, Sección Costa Rica: Corredor Biológico Alexander Skutch*. Recuperado de: <https://docplayer.es/9621237-Corredor-biologico-alexander-skutch-objetivo-objetivos-especificos.html>
- Stankey, G. H., Cole, D., Lucas, R., Petersen, M., y Frissell, S. (1985). *The Limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning*. [traducción propia]. Recuperado de: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.109310>
- Ulloa, D. R., María, A., Buitrago, R., y Gutiérrez-Fernández, F. (2017). Cálculo de los límites de cambio aceptable (LCA) en el casco urbano del municipio de puerto Nariño - amazonas , Colombia. *Revista de Tecnología*, 16. Recuperado de: <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/2522>
- Vallejos, M. (2018). *Comparación del rendimiento de cortes y calidad de carne de bovinos de raza fleckvieh, hereford y brahman engordados en sistema intensivo en costa*. Recuperado de: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/548>
- Vargas, E. (2019). *Grado de conectividad estructural y diversidad de especies de dos posibles rutas de enlace entre áreas prioritarias de conservación dentro del Corredor Biológico Alexander Skutch*. Universidad Latina de Costa Rica.

- Vargas, V. (2021). *Evaluación de las Rutas de Conectividad del Corredor Biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, San José, 2021*. Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.
- Zimmerer, K. (1994). On behalf of the skolemite. *Taylor y Francis*, 84(1), 108–125. [traducción propia]. Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/analys/31.6.177>
- Zimmerer, Karl. (2000). The Reworking of Conservation Geographies: Nonequilibrium Landscapes and Nature-Society Hybrids. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(2), 356–369. [traducción propia]. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00199>